DOCUMENT RESUME

ED 171 532 SE 027 594

AUTHOR Ben-Baruch, Nehemyah
TITLE Measurement of the Readability of Hebrew Language Mathematics Textbooks.
PUB DATE Jun 78
NOTE 96p.; M.S. Dissertation, Israel Institute of Technology; Contains occasional light and broken type

EDRS PRICE MF01/PC04 Plus Postage.
DESCRIPTORS *Hebrew; *Masters Theses; *Readability; *Research; Secondary Education; *Secondary School Mathematics; *Textbooks

ABSTRACT

This research thesis, written in Hebrew, tries to apply various methods of measuring readability to ranking the readability of two mathematics textbooks widely used in the seventh grade. The readability was measured by formula, by expert judgment, by cloze procedure, and by comprehension tests. High correlations were obtained between the rankings of the readability by formula, judgment, and cloze procedure. This suggests the possibility of using the convenient and easy method of the readability formula to rank the readability of Hebrew mathematical texts. An abstract of the thesis is written in English. (MP)

**********
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
**********

ED171532

# Measurement of the Readability of Hebrew Language Mathematics Textbooks

Research Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
in Teaching in Science and Technology

by
Nehemyah Ben-Baruch

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH, EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION POSITION OR POLICY

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY
Nehemyah Ben-Baruch

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)."

Submitted to the Senate of the Technion - Israel Institute of Technology
Sivan 5738 Haifa June 1978

SE 027 594

This research was carried out in the Department of Science and Technology Teaching, under the Supervision of Associate Professor Shmuel Avital.

The Cloze and Comprehension Tests were carried out with the approval of the Ministry of Education and Culture, but the writer has full responsibility for the results and conclusions.

I wish to thank all those who helped me in this research, and especially the following: -

* Professor Robert Kane, of Purdue University, Professor Marilyn Suydam, of Ohio State University, and Dr.Refael Nir, of the Hebrew University, who provided me with important material.
* Mr.A.Yaron, Director of the Tel-Aviv District of the Ministry of Education and Culture, for permission to carry out the Cloze and Comprehension Tests in a school in his district; Professor S.Kugelmas, Chief Scientist of the Ministry of Education and Culture for recommending this permission; Ms. Rachel Belkin, principal of the school in which the tests were given; the pupils who took part in these tests. Special thanks are due to their teacher, Orit Szmetanka, who took many pains and was of great help to make the testing possible.
* Ms.Ora Gefner and my daughter Bruria who read the manuscript and made helpful suggestions for improvements in language. Bruria also proofread the final text efficiently.
* The teachers who gave their judgment of the tested passages.
* Above all, Professor Shmuel Avital, who took much trouble to advise, guide, encourage, and even "push" me, far beyond his duty as my adviser. Without his patience, friendship, and good will, this paper would never have been written.

## Abstract

One of the problems of teaching mathematics is the ability of students to read a mathematical text and understand it.One aspect of this problem is the readability of the text. Readability may be defined as the sum total of the characteristics of a text which facilitate its understanding by certain readers, motivate them to continue reading it, and let them get pleasure or profit from it. Motivation and obtaining pleasure or profit from reading are difficult to measure, so that research on measuring readability deals mainly with ease of understanding the text.

Four methods of measuring readability are discussed in the literature.

1) Subjective expert judgment.

2) Measuring readability by comprehension tests.

3) Readability formulas, which are mathematical equations based on regression analysis of the factors which theoretically may affect readability.

4) The "cloze" method, in which 10%-20% of the words of a text are struck out randomly, and a group of readers is asked to replace the missing words, judging by context. The greater the average number of correct replacements, the more readable the text.

In the United States, the readability of math texts has been investigated using readability formulas developed for measuring the readability of non-mathematical texts, but the use of such formulas for this purpose has been criticized because of the inherent differences between ordinary prose and mathematical language, such as the symbolism which abounds in mathematical texts, the differences in the meanings of words and in their uses, and the compactness of mathematical language compared with ordinary writing. As a result, formulas have been developed especially for measuring readability of mathematical language. Also, the use of cloze procedure for that purpose has been investigated and found applicable.

In Hebrew, formulas for measuring the readability of prose have been constructed, and a pilot study has been made on the use of cloze procedure for that purpose.

The present research tries to apply the various methods of measuring readability to ranking the readability of four passages, two from each of two mathematics textbooks (A and M), widely used in seventh grade.

Two passages, one from each textbook, are on sets (K), the other two on sentences and open sentences (P). The readability of the four passages (AK, AP, MK, MP) was measured by formula, by expert judgment, by cloze procedure, and by comprehension tests. The rankings obtained by the different methods were compared.

Both the formula and overall expert judgment ranked the passages (from easy to hard) - 1. MP; 2. MK; 3. AK; 4. AP. On the other hand, judgment on specific aspects of readability as well as the cloze method ranked MK as most readable, before MP, while AK and AP remained in third and fourth places, respectively.

Comprehension tests ranked MK as most readable (as did specific judgment and cloze) and AP as most difficult (as did all other methods). But AK (which ranked third by all other methods) was found more readable than MP.

This considerable difference between the ranking by comprehension tests and that by the other methods may be explained in two ways:

1) The comprehension tests used may have required of the subjects abilities which have nothing to do with the readability of the texts.

2) The material presented in passages AP and MP (sentences and oper sentences) may be inherently more difficult than the material presented in passages AK and MK (sets). Such difficulty of content would show much more in comprehension tests than by formula, by cloze procedure, or by judgment.

High correlations were obtained between the rankings of the readability of the passages by formula, judgment, and cloze. This suggests the possibility of using the convenient and easy method of the readability formula to rank the readability of Hebrew mathematical texts.

# מדידת הקריאות
# של ספרי לימוד למתימטיקה
# בשפה העברית

חיבור על מחקר
לשם מילוי חלקי של הדרישות לקבלת התואר
מגיסטר למדעים
בהוראת המדעים והטכנולוגיה

מאת
נחמיה בן-ברוך

הוגש לסנט הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
סיון תשל"ח חיפה יוני 1978

המחקר נעשה בהנחיית פרופ/ח שמואל אביטל, המחלקה להוראה במדע ובטכנולוגיה,

מבחני הקלוז והבנת הנקרא נעשו על דעת משרד החינוך והתרבות, אך הממצאים והמסקנות הם על דעת המחבר ועל אחריותו בלבד.

אני מבקש להביע את תודתי והוקרתי לכל מי שעזר לי במחקר זה, ובפרט -

* לפרופסור רוברט קיין, מאוניברסיטת פרדיו, לפרופסור מרילין סיידם, מאוניברסיטת מדינת אוהיו, ולד"ר רפאל ניר, מן האוניברסיטה העברית, שהמציאו לי חומר חשוב.
* למר א' ירון, מנהל רחוב תל-אביב במשרד החינוך והתרבות, שנתן לי רשות להעביר את מבחני הקלוז והבנת הנקרא בבית ספר במחוזו; לפרופסור ש' קיגלמס, המדען הראשי של משרד החינוך והתרבות, שהמליץ על מתן רשות זו; לגברת רחל בלקין, מנהלת בית הספר שבו הועברו המבחנים; ולתלמידים שנבחנו. תודה מיוחדת למורה אורית שמטנקה, שבלי טרחתה הרבה ועזרתה היעילה הייתי מתקשה בביצוע.
* לאורה גפנר ולבתי ברוריה, שקראו את כתב-היד והציעו שיפורים לשוניים מועילים; ברוריה גם חגיהה את הטקסט הסופי בדיעילות.
* למורים שהשתתפו בשיפוט הסובייקטיבי.
* מעל לכל, לפרופסור שמואל אביטל, שטרח ויעץ והדריך ועודד ודרבן הרבה מעבר לחובתו כמנחה; אילולא סבלנותו, ידידותו, ורוחו הטובה, לא היתה עבודה זו נכתבת כלל.

## תוכן העניינים


| | |
|---|---|
| תקציר | 1 |
| מבוא | 3 |
| פרק 1: קריאות ומדידתה | 5 |
| פרק 2: מדידת הקריאות של טקסטים מתימטיים | 24 |
| פרק 3: דירוג קטעים מספרי מתימטיקה עבריים בשיטות שונות | 36 |
| ביבליוגרפיה | 55 |
| נספחים | |
| א. קטע אק | 61 |
| ב. קטע אפ | 64 |
| ג. קטע מק | 66 |
| ד. קטע מפ | 70 |
| ה. הוראות לשופטים ושאלות השיפוט | 73 |
| ו. הוראות לנבחנים במבחן קלוז | 74 |
| ז. מבחן קלוז לקטע אק | 75 |
| ח. מבחן קלוז לקטע אפ | 77 |
| ט. מבחן קלוז לקטע מק | 79 |
| י. מבחן קלוז לקטע מפ | 82 |
| יא. הוראות לנבחנים במבחן הבנת הנקרא | 85 |
| יב. שאלון הבנת הנקרא, קבוצות | 86 |
| יג. שאלון הבנת הנקרא, פסוקים ותבניות-פסוק | 88 |

## תקציר


אחת הבעיות בהוראת המתימטיקה היא יכולת התלמידים לקרוא טקסט ולהבינו. היבט חשוב של בעייה זו היא קריאות הטקסט. קריאות מוגדרת כמכלול התכונות של טקסט המקילות על קוראים מסויימים להבינו, המזרזות אותם לרצות להמשיך לקרוא, והמאפשרות להם להפיק ממנו תועלת או הנאה. העניין והתועלת קשים למדידה, ולכן עוסק המחקר על מדידת הקריאות בעיקר בקלות ההבנה של הטקסט.

ארבע שיטות למדידת קריאות מוזכרות בספרות. 1) שיפוט סובייקטיבי של מומחים. 2) מדידת הקריאות בעזרת מבחנים להבנת הנקרא. 3) נוסחות קריאות, שהן משוואות מתימטיות המבוססות על ניתוח רגרסיה של הגורמים אשר לפי התיאוריה עשויים להשפיע על קריאות הטקסט. 4) שיטת ה"קלוז", שבה משמיטים מן הטקסט באופן אקראי 10 עד 20 אחוז של המילים, וקבוצת קוראים מתבקשת לשחזר את החסר על-פי ההקשר. ככל שהמספר הממוצע של שחזורים נכונים גדול יותר, נחשב הטקסט כקריא יותר.

בארצות הברית נחקרה קריאותם של טקסטים מתימטיים בעזרת נוסחות קריאות שפותחו לבדיקת הקריאות של חומר כללי, לא-מתימטי, אך השימוש בנוסחות כלליות כאלה למטרה זו זכתה לביקורת בגלל ההבדלים המהותיים בין טקסט בפרוזה רגילה לבין טקסט מתימטי, הן משום ריבוי הסימול בטקסט מתימטי, הן משום השוני במשמעות של מילים וביטויים ובשימושם, והן משום דחיסות הטקסט, שהיא גדולה יותר בחומר מתימטי. פותחו נוסחות המיועדות במיוחד לדירוג הקריאות של טקסטים מתימטיים. כן נחקר השימוש בשיטת הקלוז למטרה זו. לשפה העברית פותחו נוסחות למדידת הקריאות של פרוזה עברית כללית, ונערך מחקר חלוץ על השימוש בשיטת הקלוז למטרה זו.

המחקר הנוכחי מנסה לבדוק יישום שיטות מדידה שונות לדירוג הקריאות של ארבעה קטעים שנבחרו שניים-שניים משני ספרי לימוד (א ו-מ) הנמצאים בשימוש נפוץ בכיתות ז. שניים מקטעים אלה, אחד מכל ספר, עוסקים בקבוצות (ק), ושניים בפסוקים ותבניות-פסוק (פ). מידת הקריאות של קטעים אלה (אק, אפ, מק, מפ) נבדקה על-ידי נוסחה, על-ידי שיפוט של צוות מורים, בשיטת הקלוז, ועל-ידי מבחנים להבנת הנקרא. הדירוגים שנתקבלו הושוו.

הנוסחה והשיפוט הכללי דירגו את הקטעים (מן הקל אל הקשה) -

1. מפ; 2. מק; 3. אק; 4. אפ.

לעומת זאת, בשיפוט לפי היבטים ספיציפיים של הקריאות, וכן בשיטת הקלוז, דורג הקטע מק כקריא ביותר, לפני הקטע מפ, בעוד אק ו-אפ שמרו על מקומותיהם.

לפי מבחני הבנת הנקרא היה דירוג שונה מאד. הקטע מק נמצא הקריא ביותר (כמו לפי הקלוז והשיפוט הספיציפי) והקטע אפ היה הקשה ביותר (כמו בכל שאר שיטות המדידה), אך הקטע אק (שבכל שאר השיטות היה במקום השלישי) נמצא קריא יותר מן הקטע מפ.

ניתן להסביר את השוני הניכר בין הדירוג שנתקבל ממבחני הבנת הנקרא לבין הדירוגים שנתקבלו מכל השיטות האחרות:

א) ייתכן כי במבחני הבנת הנקרא נדרשו מן הנבחנים כישורים שאין להם קשר להבנה ישירה של תוכן הטקסט.

ב) ייתכן שהחומר המוקנה בקטעים אפ ו-טפ (פסוקים ותבניות-פסוק) קשה יותר מן החומר המוקנה בקטעים אק ו-מק (קבוצות). קושי כזה יתבטא הרבה יותר במבחן הבנת הנקרא מאשר בשיפוט, בנוסחה, או בשיטת הקלוז.

נמצאו מתאמים גבוהים בין הדירוגים של קריאות הקטעים לפי הנוסחה, השיפוט, והקלוז. מתאמים גבוהים אלה מעלים על הדעת את האפשרות של שימוש בנוסחה, שהיא השיטה הנוחה ביותר לשימוש, לשם דירוג של הקריאות של טקסטים עבריים במתימטיקה.

## מ ב ו א

כל מורה למתימטיקה נתקל לעיתים קרובות בתלמידים, מעטים או רבים, המתקשים בהבנת קטע מתימטי הכתוב עברית, בין שהוא קטע של הסבר, או בעיה מילולית, או שאלה במבחן. ייתכן שישנם תלמידים הנכשלים בלימודי המתימטיקה בגלל קשיים אלה. תורנדייק (Edward L.Thorndike, 91) כבר העיר לפני יובל שנים כי כשאנו באים להעריך יכולת מתימטית, אנו מודדים למעשה שני דברים שונים - תובנה וידע מתימטיים, וידיעת השפה.

הקשר בין מידת ההצלחה בלמידת המתימטיקה לבין יכולת לשונית אושר במחקרים רבים. איגל (Edwin Eagle, 28) מצא שתלמידים שהשיגו ציונים גבוהים במבחן על אוצר מילים מתימטיות גם התמידו בהצלחתם בלימוד המתימטיקה. פרנק סמית (Frank Smith, 80) קבע שכיוון שהשלב הראשון והחשוב בפתירת בעיות הוא קריאת הבעיה, הילד שאינו יודע לקרוא כראוי מקופח ביכולתו לחשוב, לנתח, ולחשב, ואי-אפשר להעריך את כושרו לפתור בעיות. אוקרמן (Robert C.Aukerman, 10) קובל על כך שלא תמיד מתחשבים בעובדה שקיים קשר חזק בין יכולת גבוהה בקריאה לבין הישגים טובים במתימטיקה. קורל (Clyde G.Corle, 23) ואפריקרד (Uprichard A.Edward , במבוא ל-29) מאשרים כי לדעת רוב החוקרים קיים קשר כזה. אוטרברן וניקולסון (Margaret K.Otterburn, A.P.Nicholson, 75), שחקרו את הלשון של מבחני מתימטיקה, מעירים על "אי-היכולת של חלק מן הנבחנים להבין את השאלה שלפניהם."

פתירת בעיות היא, כדברי ארל (Richard A.Earle, 29), "אחד התפקידים המתוחכמים ביותר במתימטיקה", ושותר להניח שהיא המטרה העליונה בהוראת המתימטיקה. קשיים בהבנת הנקרא מכבידים על התלמידים במיוחד בשטח זה. קול ו-ויגין (Russell J.Call , Neal A.Wiggin, 18) מצאו כי גם תלמידים ששלטו היטב בביצוע פעולות מתימטיות לא תמיד הגיעו למיומנות גבוהה בפתירת בעיות, ואפשר להניח שהדבר נגרם לא במעט על-ידי הבנה לקויה של השפה. הם מציינים שאפילו בעלי יכולת טובה בקריאה כללית עלולים להתקשות בסוג הקריאה הנדרשת לפתירת בעיות מתימטיות.

חוקרים רבים כגון איגל (28), קול ו-ויגין (18), ארפ (N.Wesley Earp, 30), קיין, ברן, והייטר (Mary Ann Byrne , Mary Ann Hater, Robert B.Kane, 56), וארל (29), מגיעים למסקנה שחשיבות הקריאה ללימוד המתימטיקה גדולה כל-כך שלדעתם אחד מתפקידי המורה למתימטיקה הוא ללמד קריאת מתימטיקה. פורבז (Jack E. Forbes, 38) טוען כי "היכולת לקרוא הרצאת דברים מתימטית...צריכה להיות אחת ממטרות ההוראה."

פרנק סמית (80) דן בפרוטרוט בבעיה של השפעת קושי הקריאה של טקסט מתימטי על הישגי התלמידים. לדבריו, "כבר נאמר כי מי שיודע לקרוא ואינו קורא הוא כמי שאיננו יודע לקרוא. אפשר לומר כי מי שיודע לקרוא, אך ניתן לו חומר קריאה שמעל ליכולתו, גם הוא כמי שאיננו יודע לקרוא. אך יש הבדל בין שני המקרים: במקרה הראשון האשמה בקורא; במקרה האחרון האשמה במי שנותן לקורא את החומר.

כל מי ששותף לבחירת ספר לימוד, אל לו להתעלם מרמת הקריאות של הספר. נקווה, שיבוא יום שבו כל התלמידים יהיו קוראים טובים, אך עד אז אין לקנוס תלמידי מתימטיקה על חולשתם בקריאה."

עבודה זו תעסוק בניתוח מושג הקריאות, כשהוא מתייחס לספרי לימוד למתימטיקה בשפה העברית, ובדרכי המדידה של קריאות זו. הקריאות של טקסטים בשפה האנגלית נחקרת זה עשרות שנים, בעיקר בארצות הברית. במשך הזמן פותחו ונחקרו ויושמו דרכים שונות למדידת הקריאות של פרוזה אנגלית כללית, ואף של הלשון האנגלית המתימטית. כמו-כן נבדקו כמה שיטות למדידת הקריאות בלשון העברית הרגילה (=הלא-מתימטית), אך עד כמה שיכולתי לגלות, טרם נעשה נסיון ליישם שיטות אלה לטקסטים מתימטיים בעברית. לפי מיטב ידיעתי תהיה זו עבודה ראשונה המנסה לדון במדידת הקריאות של הלשון העברית המתימטית.

בעבודה זו נסקור תחילה הגדרות שונות של מושג הקריאות ואת דרכי מדידתה, הן לגבי הלשון הרגילה והן לגבי הלשון המתימטית. אחר-כך ננסה להקיש השוואה בין שיטות שונות למדידת הקריאות, כאשר כמדגם ישמשו ארבעה קטעים הלקוחים משני ספרי לימוד הנמצאים בשימוש בכיתות ז של בתי הספר בישראל.

חובה עלינו לציין כי בגלל המדגם הקטן של הטקסטים ומיעוט הנבדקים, לא נוכל לטעון שהתוצאות משמעותיות ומאפשרות הכללה כלשהי. דיינו אם על סמך התוצאות נוכל להצביע על הצורך והכדאיות של מחקר מעמיק בשטח זה.

## פרק 1: קריאות ומדידתה

### 1.1 קריאות מהי

#### 1.1.1 הגדרות של קריאות

אינגליש ואינגליש (32, Horace B.English , A.C.English) מגדירים קריאות כ"תכונה של התבטאות בכתב או בדפוס, המקילה על סוג נתון של בני-אדם את ההבנה של משמעות ההתבטאות, או המזרזת אותם להמשיך בקריאתם." לפי הגדרה זו, שניים הם הגורמים הקובעים את מידת הקריאות - ההבנה והעניין. בדומה לכך כותב גם מק-לופלין (69, G.Harry McLaughlin): "מוטב להגדיר קריאות כמידה שבה סוג מסויים של בני-אדם רואים חומר קריאה מסויים כמושך וכניתן להבנה בהכרח." שמואל נחשון (6) דורש הנאה או תועלת בנוסף להבנה ולעניין כתכונה לקריאות: "ספר הוא 'קריא' אם הקורא בו יכול להבינו בלי קושי רב, אם הוא מוצא בו עניין, ואם הוא יכול להפיק ממנו הנאה או תועלת, או שתיהן גם יחד." בהגדרתם של דייל וצ'ול (26, Edgar Dale, Jeanne S.Chall) מודגשים שלושה גורמים - הבנה, עניין, ומהירות הקריאה: "צירוף כל היסודות המצויים בטקסט נתון, המשפיעים על קבוצה של קוראים להבין את הטקסט, לקרוא אותו במהירות אופטימלית, ולמצוא בו עניין." רפאל ניר (8) מסביר כי מהירות אופטימלית היא המהירות המירבית שבה יכול קורא לקרוא את הטקסט מבלי לגרוע ממידת ההבנה. גם צ'ול (20) מונה נוחות הקריאה (legibility), עניין, קושי בהבנה, והקשרים ביניהם כמשתנים עיקריים המשפיעים על הקריאות.

חוקרים אחרים מזכירים רק אינדיקטור אחד לקריאות, והוא ההבנה. טיילור (86, Wilson Taylor) כותב: "מתחילה היתה הנחה שקריאות וקלות ההבנה (comprehensibility) הם בעצם מונחים נרדפים. ההיגד שקטע מסויים של פרוזה הוא, למשל, 'קריא מאד', אין פירושו אלא שקל מאד לקורא 'ממוצע' להבינו." הגדרתו של אוקרמן (10) דומה: "'קריאות' הוא המונח שבו משתמשים כדי לכסות את ההיבטים של חומר כתוב, אשר צירופם קובע את קושי הקריאה של דף מודפס. 'קריאות' שווה ל'קושי'."

קשה להניח שחוקרים רציניים יתעלמו מגורמים כגון עניין בהגדרים את הקריאות, ולכן נראה לי שהם הושפעו מן העובדה שכמעט כל המחקרים על מדידת הקריאות עוסקים בגורם ההבנה בלבד, כפי שהדגיש קלייר (59, George R.Klare): "המונח 'קריאות' משמש בשלוש משמעויות. 1) לציין את נוחות הקריאה (legibility) של כתב-יד או של דפוס. 2) לציין את קלות הקריאה (reading ease) כתוצאה מערך העניין (interest-value) או מנעימות הכתיבה. 3) לציין את קלות ההבנה כתוצאה מסגנון הכתיבה...רוב המחקרים בזמן האחרון...התרכזו מסביב לחלקה השלישי של ההגדרה; דבר זה, נוסף לפרסום הרב שניתן לנוסחות הקריאות שמטרתן מדידת ההבנה, הפכו את החלק השלישי למקובל ביותר." גם קיין ואחרים (56) קובעים כי נוחות הקריאה ומידת העניין בנקרא זכו לתשומת-לב מועטה בהשיוואה למידת ההבנה. לדעתם, "נוחות הקריאה איננו משתנה מעניין, שהרי ההבדל בין גדולי המו"לים איננו משמעותי. עניין הוא משתנה שקשה למדוד אותו באופן כללי ומדוייק כדי שיוכל לשמש בהשוואת חומר כתוב או בדירוגו."

1.1.2 <u>הקורא כגורם הקריאות</u>

רוב ההגדרות מדגישות שתכונת הקריאות מתייחסת לחומר הנקרא <u>על-ידי קוראים מסויימים</u>. גיליליגד (John Gilliland, 43) עומד על כך במיוחד: "קריאות עוסקת בעיקר בבעיה יסודית, הידועה היטב לכל מי שצריך לבחור ספרים לעצמו או לזולת. זוהי בעית התאמה. מחד, ישנה קבוצה של פרטים שיש להם התעניינויות נתונות ומיומנויות קריאה נתונות. מאידך, ישנו מגוון של ספרים ושל חומר קריאה אחר, השונים ביותר זה מזה מבחינת התוכן, הסגנון, והמורכבות. באיזו מידה ניתנים הספרים לקריאה של תועלת, - דבר זה ייקבע במידה רבה על-ידי האופן שבו מותאמים שני הצדדים... חקירת בעיה זו של התאמת הקורא והנקרא מכונה בשם 'קריאות'... (לקריאות) יש קשר לעניין או לקלות שבה ספר נקרא." וכן כותב גם רפאל בלגור (1) העוסק בעיקר בספרות ילדים בעברית: "קביעת המידה של קריאות הספר אינה מלאכה קלה, הואיל וחייבים לדעת מה אפשר לצפות מהקורא הצעיר מבחינת ידיעותיו הלשוניות, ומצד שני, יש לשקול אם לשון הספר הולמת את מטענו הלשוני המצופה."

1.1.3 <u>גורמי הקריאות ומדידתם</u>

נסכים איפוא כי הקריאות קשורה להתאמה בין קורא לנקרא. עלינו לגלות עתה אלו הם הגורמים שבחומר קריאה היכולים להשפיע על הקורא, ולנסות למדוד אותם. גיליליגד (43) דן בשלוש קבוצות של גורמים כאלה: (א) העניין, (ב) נוחות הקריאה, (ג) הלשון, בהשלכתם על הגורם הראשי, הקורא.

1.1.3.1 <u>העניין</u> בספר תלוי במטרת קריאתו. יש קורא לשם תענוג, ויש קורא לשם קבלת מידע. הגורמים המניעים את הקורא, בין שהם קוגניטיביים (השגת מידע) ובין שהם אפקטיביים (תענוג) יכולים לנבוע מתוך החומר או מחוצה לו. מכל מקום, הנעה חזקה של הקורא יכולה להשפיע על אותה התאמה קורא-נקרא הנקראת קריאות, לפי גיליליגד. היא יכולה לגרום לקורא לקרוא, להבין, ולהנות מחומר קריאה שרמת הקושי שלו עולה באופן ניכר על רמתו הרגילה של אותו קורא. התעניינותו של הקורא מושפעת גם על-ידי גורמים שבספר, גורמים אסתיטיים כגון צורת הספר, רישום העטיפה, איורים, וכן גורמים של תוכן כגון פורמט, תוכן, סגנון, ארגון החומר.

1.1.3.2 קבוצת הגורמים השנייה שבה דן גיליליגד קשורה <u>בנוחות הקריאה</u>. כדבריו, "אדם לא ימצא ספר כקריא אם איננו יכול לקרוא את הסמלים המודפסים על הדף." הנא מביא מחקרים רבים על צורות האותיות והספרות וגודלן, על צורות הסדר של הדפוס, על תנאי הקריאה כגון תאורה, סוג הנייר, זווית הקריאה, ועוד.

1.1.3.3 <u>הגורמים הלשוניים</u>, הן גורמים סמנטיים והן גורמים תחביריים, הם קבוצת הגורמים שזכתה לחקירה המעמיקה ביותר. לפי צ'ול (20), הלשון היא הגורם הראשון במעלה לקביעת מידת הקריאות, ואכן כמעט כל הנסיונות להעריך ולמדוד קריאות עוסקים בגורמים לשוניים. הסיבה לכך היא, לדעת גיליליגד, "שמטעמים תיאורטיים, טכניים, ומעשיים, היא /מדידת גורמי הלשון/ מציגה פחות בעיות

ללשון העברית, טוען גם הוא שזיהוי גורמי הקריאות יוכל להביא תועלת למחלקות חינוך, למנהלים ולמורים בבחירת מקראות וספרי לימוד; לספרן בהצעת הספר המתאים לקורא המתאים; לסופרים (בעיקר אלה הכותבים בשביל ילדים או בשביל מבוגרים שידיעתם בשפה קלושה); ולחוקרים בשטח הקריאה. ניר (8) מוסיף על אלה גם מתכנני תכניות בלשון.

1.2 כיצד מעריכים קריאות: מיון של דרכי הערכה

ניר (8) מונה שלושה סוגים של דרכים להערכת הקריאות:

"1) שימוש באינטואיציה של מורים, סופרים, מפקחים, וכו'.

"2) בדיקת הקורלטים של הקריאות, כגון מידת ההבנה או הזכירה, קצב הקריאה.

"3) גילוי גורמי הקריאות ומדידת משקלם היחסי בטקסט הנתון."

גילילנד (43) מונה חמישה סוגים של דרכי הערכת הקריאות. שני הראשונים מתאימים לשני הראשונים של ניר (הערכה סובייקטיבית של מומחים, וטכניקות אובייקטיביות של שאלות-ותשובות). את הסוג השלישי של ניר הוא מחלק לשלושה: נוסחות, טבלאות וגרפים, וטכניקות של השלמת משפטים ושל "קלוז" (ראה להלן).

1.2.1 שיפוט סובייקטיבי

בני סמכא מתבקשים לדרג את קושי הקריאה של טקסטים על-פי הרגשתם. זוהי השיטה הותיקה והמבוססת, ובהיעדר שיטות כמותיות, היא גם היחידה, ועד היום היא עדיין המקובלת ביותר, למרות קיום שיטות כמותיות משוכללות. הקונה בחנות ספרים, השואל ספר בספריה, המחנך הבוחר ספר לימוד, הספרן הממליץ על ספר, היועץ למו"ל בקשר להוצאת ספר מסוימים או אי-הוצאתו, - כל אלה מעריכים את הספרים ובוחרים ביניהם בדרך זו של שיפוט סובייקטיבי. ככל שהשופט מנוסה יותר, מומחה יותר, עשויה הערכתו להיות טובה יותר, אך מחקרים רבים מצביעים על ליקויי השיפוט. צ'ול (20) מצאה כי מורים ששפטו התאמת ספרים לילדים קבעו דירוגים בלתי מדויקים ובלתי מספיקים. דירוג על-ידי צוותים של מומחים נמצא מהימן יותר, אך עדיין מהימנותו אינה משביעה רצון. קלייר (61) מצא שונות רבה בשיפוט הקריאות על-ידי שופטים יחידים שהיו סופרים מקצועיים, אם כי מיצוע השיפוטים נתן תוצאות המתאימות יותר לקריטריון שנקבע לפי מבחן קריאה מתוקנן. אחד הדברים העולים בבירור מן המחקרים בשאלה זו הוא כי שיפוט קולקטיבי נראה קולע יותר ככל שצוות השופטים גדול יותר, אך עם ריבוי השופטים נעשית השיטה מסורבלת וקשה לביצוע.

בכל זאת, יש לציין כי שיטת השיפוט הסובייקטיבי שימשה קריטריון חיצוני לקביעת התקפות בפיתוח כמה נוסחות קריאות, וביניהן הנוסחות של נחשון למדידת הקריאות בשפה העברית (6, 7, 72).

ללשון העברית, טוען גם הוא שזיהוי גורמי הקריאות יוכל להביא תועלת למחלקות חינוך, למנהלים ולמורים בבחירת מקראות וספרי לימוד; לסופרי בהצעת הספר המתאים לקורא המתאים; לסופרים (בעיקר אלה הכותבים בשביל ילדים או בשביל מבוגרים שידיעתם בשפה קלושה); ולחוקרים בשטח הקריאה. ניר (8) מוסיף על אלה גם מתכנני תכניות בלשון.

1.2 כיצד מעריכים קריאות: מירון של דרכי הערכה

ניר (8) מונה שלושה סוגים של דרכים להערכת הקריאות:

"1) שימוש באינטואיציה של מורים, סופרים, מפקחים, וכו'.

"2) בדיקת הקורלטים של הקריאות, כגון מידת ההבנה או הזכירה, קצב הקריאה.

"3) גילוי גורמי הקריאות ומדידת משקלם היחסי בטקסט הנתון."

גילילנד (43) מונה חמישה סוגים של דרכי הערכת הקריאות. שני הראשונים מתאימים לשני הראשונים של ניר (הערכה סובייקטיבית של מומחים, וטכניקות אובייקטיביות של שאלות-ותשובות). את הסוג השלישי של ניר הוא מחלק לשלושה: נוסחות, טבלאות וגרפים, וטכניקות של השלמת משפטים ושל "קלוז" (ראה להלן).

1.2.1 שיפוט סובייקטיבי

בני סמכא מתבקשים לדרג את קושי הקריאה של טקסטים על-פי הרגשתם. זוהי השיטה הותיקה והמבוססת, ובהיעדר שיטות כמותיות, היא גם היחידה, ועד היום היא עדיין המקובלת ביותר, למרות קיום שיטות כמותיות משוכללות. הקונה בחנות ספרים, השואל ספר בספריה, המחנך הבוחר ספר לימוד, הספרן הממליץ על ספר, היועץ למו"ל בקשר להוצאת ספר מסויים או אי-הוצאתו, - כל אלה מעריכים את הספרים ובוחרים ביניהם בדרך זו של שיפוט סובייקטיבי. ככל שהשופט מנוסה יותר, מומחה יותר, עשוייה הערכתו להיות טובה יותר, אך מחקרים רבים מצביעים על ליקויי השיפוט. צ'ול (20) מצאה כי מורים ששפטו התאמת ספרים לילדים קבעו דירוגים בלתי מדוייקים ובלתי מספיקים. דירוג על-ידי צוותים של מומחים נמצא מהימן יותר, אך עדיין מהימנותו אינה משביעה רצון. קלייר (61) מצא שונות רבה בשיפוט הקריאות על-ידי שופטים יחידים שהיו סופרים מקצועיים, אם כי מיצוע השיפוטים נתן תוצאות המתאימות יותר לקריטריון שנקבע לפי מבחן קריאה מתוקנן. אחד הדברים העולים בבירור מן המחקרים בשאלה זו הוא כי שיפוט קולקטיבי נראה קולע יותר ככל שצוות השופטים גדול יותר, אך עם ריבוי השופטים נעשית השיטה מסורבלת וקשה לביצוע.

בכל זאת, יש לציין כי שיטת השיפוט הסובייקטיבי שימשה קריטריון חיצוני לקביעת התקפות בפיתוח כמה נוסחות קריאות, וביניהן הנוסחות של נחשון למדידת הקריאות בשפה העברית (6, 7, 72).

1.2.2 מדידת קורלטים של הקריאות

בדרך זאת משתמשים במבחני הבנה (או במבחני זכירה) האמורים לבדוק את מידת ההבנה (או את מידת הזכירה) של קבוצת קוראים שקראו את הטקסט הנבדק. בדרך כלל מתבקשים קוראים אלה לסיים את קריאתם תוך זמן קצוב. בדיקה מסוג זה מבוססת על ההנחה כי הבנה טובה או זכירה טובה מעידה על קריאות גבוהה. שיטה זו יותר אובייקטיבית מן השיפוט הסובייקטיבי. אומנם גם כאן עלול להיכנס גורם סובייקטיבי, משום שלעיתים קרובות נדרש מעריך התשובות לשפוט את נכונותן. מבחן הערוך כמבחן רב-ברירתי מבטיח אובייקטיביות בהערכתו, אך תועלתו מצומצמת יותר. שאלות הדורשות סיכום בכתב של הקטע הנקרא אינן מספקות, שהרי למתן תשובות מתאימות דרושות מיומנויות רבות שאין להן קשר לקריאות.

לדעת ניר (8), חסרונו העיקרי של מבחן מסוג זה הוא בכך ש"תחת לבדוק את שיעור קריאותו של הטקסט, הוא בודק את קריאותן של השאלות עצמן."

נזכיר כי מבחני הבנה שימשו גם הן כקריטריון חיצוני לפיתוח נוסחות קריאות.

1.2.3 מדידת גורמי הקריאות

ניר (8) מתאר את הסוג השלישי של דרכי הערכת הקריאות כ"מבוססת על גישה אנליטית המבקשת לבודד גורמים ספציפיים המשפיעים על דרגת הקריאות," כגון מידת הקושי של המילים, הקושי של המשפטים, היחס בין חלקי הדיבור, העניין האישי, דחיסות הרעיונות, ועוד, או חלק מגורמים אלה. על יסוד גורמים כאלה פותחו נוסחות קריאות, או טבלאות וגרפים, האמורים לקבוע מידת הקריאות של ספר או של חומר קריאה אחר באופן כמותי.

1.3 נוסחות קריאות

1.3.1 הגדרת המונח

קלייר (59) מגדיר נוסחת קריאות כ"שיטה לאמוד את הצלחתו המשוערת של קורא בקריאת קטע כתוב ובהבנתו." נוסחה כזו עשויה להיות מכשיר ניבוי במובן זה שהיא אומדת את הקושי של הכתוב מבלי שהקורא נדרש לקרוא אותו ולהיבחן עליו.

לפי מק-לופלין (70) "נוסחת קריאות אינה אלא משוואה מתימטית המבוססת על ניתוח רגרסיה. תהליך זה מוצא את המשוואה המבטאת בצורה הטובה ביותר את הקשר בין שני משתנים, אשר במקרה זה הם מידת הקושי שבו מתנסים בני-אדם הקוראים טקסט נתון, ומידת האפיונים הלשוניים של טקסט זה. אפשר להשתמש בנוסחה שנבנתה באופן זה כדי לנבא את קושי הקריאה על-פי האפיונים הלשוניים של טקסטים אחרים."

אם נוסיף עוד את הדרישות שמעמידים קיין ואחרים (56), נוכל לסכם כי התכונות הדרושות העיקריות הן אובייקטיביות, נוחות השימוש, כמותיות, מהימנות, תקפות, ומחיר זול.

### 1.3.2 תולדות נוסחות הקריאות

קלייר (59) מחלק את תולדות נוסחות הקריאות עד 1960 לארבע תקופות:

| | |
|---|---|
| 1921-34 | נוסחות קדומות |
| 1934-38 | נוסחות מפורטות |
| 1938-53 | נוסחות יעילות |
| 1953-60 | נוסחות מיוחדות |

#### 1.3.2.1 נוסחות קדומות (1921-34)

לדעת קלייר (59) התכונות האופייניות של תקופת חלוץ זאת הן: -

"(א) תשומת-לב עיקרית לאוצר המילים כבסיס לניבוי הקריאות;

"(ב) הסתמכות על ספר המילים של תורנדייק (92) כבסיס למדידת קושי המילים;

"(ג) שימוש בקריטריונים גסים יחסית לקושי הקריאה."

הראשון שעסק בניתוח גורמי קריאות (אף כי לא הגיע לפיתוח נוסחה) היה כנראה קיטסון (H.D.Kitson, 57) ב-1921. ב-1923 פיתחו ליילי ופראסי (Bertha L.Lively, S.L.Pressey, 64) שיטה להערכת הקושי של אוצר מילים, ולפי דעת צ'ול (20) נעשו בכך הראשונים שערכו מחקר כמותי על קריאות. ב-1928 פיתחו וגל וואשבורן (Mabel Vogel, Carleton Washburne, 95) נוסחת קריאות, היכולה להיחשב אבטיפוס של הנוסחות המודרניות המשוכללות.

#### 1.3.2.2 נוסחות מפורטות (1934-38)

תקופת הנוסחות המפורטות מאופיינת על-ידי קלייר (59) על-ידי -

"(א) שימוש בגורמים רבים יותר ושונים יותר לעומת העבודות הקודמות;

"(ב) פחות הדגשה בר[illegible]רת מילים לפי תורנדייק;

"(ג) דאגה גוברת לקריטריון מספיק."

תקופה זו מתחילה בעבודתו של אוג'מן (Ralph H.Ojemann, 74), שביקש לחקור את יכולת הקריאה של מבוגרים, את הגורמים הקשורים ביותר עם קושי הקריאה, ואת אפיוניהם של חומרי קריאה ברמות קושי שונות, אולם הוא לא הגיע לנוסחה כמותית. באותו זמן פיתחו גריי ולירי (44) נוסחת נסיגה בעלת חמישה משתנים למדידת הבנת הקריאה של מבוגרים בעלי יכולת קריאה מוגבלת. כל המדדים בנוסחה ראשונה זו היו מדדי-מילים, ואף אחד מהם לא התייחס למשפטים או לתחביר.

#### 1.3.2.3 נוסחות יעילות (1938-53)

התקופה השלישית היא תקופת הפריחה של פיתוח נוסחות למדידת הקריאות, שבה הודגשו נוחות שימושן ויעילותן של הנוסחות. בתקופה זו מופיעות הנוסחות שהן הנפוצות והמקובלות ביותר עד היום הזה, ובראשן נוסחותיו של פלש (35) ונוסחת דייל-צ'ול (27).

קלייר (59) מתאר 14 שיטות שנוצרו בתקופה זו. אחת-עשרה מביניהן כוללות מדדי-משפט נוסף למדדי-מילים, ותשע משתמשות במדד אחד או שניים בלבד. דבר זה מעיד על השאיפה לפישוט, כדי להגביר את נוחות השימוש בנוסחות ואת יעילותן. עדות נוספת לשאיפה לפישוט היא עיבודן ופרסומן של כמה מערכות של טבלאות להקלת השימוש בנוסחות.

### 1.3.2.4 נוסחות מיוחדות (1953-60)

לאחר שנוצרו מספר נוסחות יעילות, עברה נקודת הכובד של המחקר לפיתוח נוסחות למטרות מיוחדות, כגון נוסחת פורבז למדידת קריאות של מבחנים (38, Fritz W. Forbes, William C. Cottle) , נוסחת ספאש למדידת הקריאות של חומר קריאה לגיל הרך (84, George Spache) , נוסחת פלש (35) למידת הפורמליות או הפופולריות של כתבי-עת.

במאמרו משנת 1974 (61) ממשיך קלייר לדווח על המתחדש בשטח נוסחות הקריאות מאחרי 1960. הוא מתאר חישובים מחדש ושכלולים לנוסחות קיימות, ומונה 23 מכשירים חדשים, שרבים מהם מיועדים לשימושים מיוחדים. נזכיר כאן את נוסחות קולמן (21, 22, Edmund B. Coleman) , משום שהן הראשונות המשתמשות בשיטת הקלוז (ראה להלן) כקריטריון חיצוני, בעוד שלפני-כן שימשו כקריטריונים הערכות סובייקטיביות של מומחים או (לרוב) מבחני הקריאה המתוקננים של מק-קול וקראבז (68, W.A. McCall, Lelah May Crabbs).

עדות להמשך הנטייה לשיפור קלות השימוש של הנוסחות היא שמתוך 23 השיטות שמזכיר קלייר (61), 14 מכילות משתנה אחד או שניים בלבד.

נוסף לשכלולים בנוסחות קודמות ונוסף לנוסחות החדשות שפותחו אחרי 1960, נוצרו גם עזרי שימוש רבים, הן עזרי-יד והן עזרי-מכונה, המקילים על השימוש בנוסחות. כאן יש להזכיר בעיקר את ההתאמות של נוסחות שונות למחשב.

ראוי להזכיר גם שתי נוסחות קריאות לחומר מתימטי, שפורסמו ב-1974 על-ידי קיין ואחרים (59), אולם בנושא זה נעסוק בפרק 2 של עבודה זו.

### 1.3.3 דרכי פיתוח של נוסחות קריאות *)

כיצד מפתחים נוסחת קריאות?

השלב הראשון הוא סקר וניתוח של יסודות או גורמים אשר לפי התיאוריה יכולים להשפיע על הקריאות. לפי סקר של גריי ולירי (44, W.S. Gray, B.E. Leary) באים יסודות אלה מארבעה שטחים כלליים: תוכן, סגנון, פורמט, וארגון החומר. התברר כי תוכן, פורמט, וארגון אינם נוחים לפירוק לגורמי מדידה שימושיים, ועל כן כמעט כל המחברים של נוסחות קריאות התרכזו בגורמי סגנון. גריי ולירי העלו 82 גורמי סגנון אשר לפי השערתם עשויים להועיל. לבסוף נאלצו לפסול 18 מהם שלא ניתנו למדידה מהימנה, וכן השמיטו עשרים אחרים שלא הופיעו בתדירות מספקת במדגמים שלהם בכדי שאפשר לנתחם.

כדוגמה לרשימת גורמי סגנון רלוונטיים נביא רשימה חלקית של היפותיזות שניסח נחשון (6, 72) בנסיונו לפתח נוסחת קריאות לפרוזה עברית:

---

*) בתיאור שלבי הפיתוח של נוסחות קריאות, הלכתי בעיקר בעקבות נחשון (6) וקלייר (59).

1. אחוז המילים הקשות השונות
2. אחוז המילים השונות
3. אחוז שמות העצם השונים
4. אחוז המילות והאותיות של היחס
5. אורך המשפטים הממוצע במילים
6. אחוז המשפטים המורכבים
7. אחוז המשפטים המחוברים-מורכבים
8. אחוז כל המילים המוחשיות
9. אחוז כל הפעלים
10. אחוז כל המילים הקלות
11. אחוז כל המשפטים הפשוטים

כמובן, יש צורך בהגדרות אופרטיביות מדוייקות של יסודות אלה. למשל, "מלה קלה" מוגדרת בדרך כלל כמלה שצורתה היסודית מופיעה ברשימה מסויימת של מילים קלות או נפוצות.

בשלב הבא יש לקבוע אם אכן יסודות אלה קשורים לקושי הקריאה, ובאיזו מידה. לשם כך נחוץ קריטריון שמתפקידו לקשר בין מספר הופעותיו של יסוד נתון לבין מידת ההצלחה בקריאה. כקריטריונים כאלה השתמשו בשיפוט סובייקטיבי של צוותי מומחים, במבחני קריאה מתוקננים, בנוסחות קריאות אחרות, ובשיטת ה"קלוז", שעליה עוד ידובר להלן. לאחר בחירת הקריטריון, מדרגים סדרה של קטעי קריאה על פיו, וסופרים את השכיחות של כל יסוד בכל קטע, ומחשבים מתאם בין שכיחויות אלה לבין הדירוג. בוחרים את היסודות שיש להם מתאמים גבוהים ביותר עם הדירוג ומתאמים נמוכים ביניהם לבין עצמם, ובעזרת ניתוח רגרסיה מרכיבים מהם נוסחה.

1.3.4 <u>דוגמאות של נוסחות קריאות</u>

לפי גילילנד (43) , השימוש בנוסחת קריאות כרוך בדרך כלל בשלושה שלבים:

א. בחירת מדגם מתוך הטקסט הנבדק.

ב. ספירה וחישוב של מספר מדדים שקל לזהותם; בדרך כלל קשורים מדדים אלה למילים (מדדים סמנטיים) או למשפטים ולמבניהם (מדדים תחביריים).

ג. חישוב הציון על-פי מדדים אלה בעזרת הנוסחה. ציון זה אמור לתאר את מידת הקושי של המדגם.

נסקור עתה, לפי סכימה זו, מספר נוסחות קריאות המיועדות למדידת הקריאות של פרוזה כללית בשפה האנגלית, ונוסחה אחת למדידת הקריאות של פרוזה כללית בשפה העברית.

1.3.4.1 <u>נוסחת פלש לקלות הקריאה (1948)</u>

פלש פיתח נוסחת קריאות ב-1943 (34) ונוסחה משוכללת יותר ב-1948 (35) . יחד עם נוסחה שנייה זו, הוא גם פרסם נוסחה למדידת העניין האישי

(personal interest) בקריאה. המחבר בעצמו (35) מודה כי הנוסחה למדידת העניין האישי בקריאה יש לה מקדם מתאם נמוך, 0.43, עם הקריטריון החיצוני, מבחני מק-קול וקרבז (68), ועל כן נראה לו שאין היא מוסיפה הרבה למדידת הקריאות. נזכיר גם כי ענייננו המיוחד בעבודה זו היא בטקסטים מתימטיים, ולכן נקבל את דעתו של ג'ונסון (Donovan A.Johnson, 53) כי "לאור אופיים של רוב ספרי המתימטיקה, ברור שהשימוש בנוסחת העניין האישי (של פלש) אינו מתאים לספרי מתימטיקה." בכל זאת כדאי להזכיר כי ורדרבר (Nadine L. Verderbeer, 94) השתמשה בנוסחה זו כדי לבחור טקסטים למחקרה על קריאות של ספרי חשבון אינפיניטסימלי.

נדון איפוא רק בנוסחת קלות הקריאה של פלש, שזכתה לתפוצה הרבה ביותר מבין כל נוסחות הקריאות.

<u>שלבי השימוש בנוסחת פלש</u>

א. בחר מתוך הטקסט מדגמים בצורת קטעים המכילים 100 מילים רצופות כל אחד.

ב. מנה את מספר ההברות בכל קטע של 100 מילים ואת מספר המילים בכל משפט, וחשב את הממוצע של מספר ההברות לקטע (wl), ואת הממוצע של מספר המילים למשפט (sl).

ג. צירן קלות הקריאה (RE) מתקבל מהנוסחה -

$$RE = 206.835 - 0.846\ wl - 1.015\ sl$$

המקדמים נקבעו כך שטווח הציונים כמעט מכל מדגם של אנגלית רגילה הוא בין 0 (קשה ביותר) לבין 100 (קל ביותר).

כפי שרואים, הנוסחה משתמשת בשני מדדים שקל מאד למדוד אותם. האחד, wl, משקף גורם סמנטי (קל יותר להבין מלה בעלת הברות מועטות מאשר מלה בעלת הברות רבות), והאחד, sl, משקף גורם תחבירי (קל יותר להבין משפט קצר מאשר משפט ארוך). לדברי פלש, שניהם מודדים בעקיפין גם את מידת ההפשטה של הטקסט, שהרי טקסט מופשט נוטה להכיל מילים ארוכות יותר ומשפטים ארוכים יותר.

פלש מדווח על מתאם של 0.70 עם הקריטריון החיצוני שלו, מבחני מק-קול וקרבז. קלייר (59) מצטט מתאמים של 0.08 ± 0.82 בין נוסחת פלש לבין מבחן אוג'מן למדידת הבנת הקריאה למבוגרים, וכן מתאמים של 0.10 ± 0.55 עם מבחן הקריאה של גריי ולירי, ומתאם של 0.98 עם נוסחת הקריאות של דייל וצ'ול. גילינסקי (Alberta S.Gilinsky, 42) מצאה מתאמים מ-0.61 עד 0.48 עם שיפוט סובייקטיבי של קבוצות סטודנטים. הייז ואחרים (P.M.Hayes, J.J.Jenkins, B.J.Walker, 51) מצאו לנוסחת פלש מהימנות של 0.99 - 0.91 בין מעריכים שונים, גם כאשר המעריכים לא היו מנוסים בשימוש בנוסחה.

<u>1.3.4.2 נוסחת דייל-צ'ול (1948)</u>

הנוסחה של דייל וצ'ול (26) פורסמה גם היא ב-1948, וגם היא עובדה כשכלול לנוסחתו הראשונה של פלש (34). גם נוסחה זו נפוצה מאד בשימוש.

שלבי השימוש בנוסחת דייל-צ'ול

א. בחר מתוך הטקסט מדגמים בצורת קטעים המכילים 100 מילים רצופות כל אחד. מומלץ לבחור מדגם כזה מכל עמוד עשירי.

ב. חשב את המספר הממוצע של מילים למשפט בכל המדגמים ביחד ($x_2$), ואת "ציון דייל" ($x_1$), שהוא אחוז המילים שאינן מופיעות ברשימת דייל של 3000 המילים הידועות ביותר לתלמידי כיתה ד (25). *)

ג. ציון דרגת הקריאות מתקבל מנוסחת הרגרסיה -

$$X_{c_{50}} = 0.1579x_1 + 0.0496x_2 + 3.6365$$

$X_{c_{50}}$ אמור לציין את הכיתה שבה תלמידים מצליחים לענות תשובות נכונות ל-50% של השאלות במבחן מק-קול וקרבז (68), ששימש קריטריון לבניית הנוסחה.

המדד $x_2$ זהה עם sl של פלש, בעוד ש-$x_1$ (אחוז המילים הבלתי-שכיחות) אמור למדוד למעשה אותו גורם הנמדד על-ידי wl של פלש (אורך המילים), שהרי מילים רב-הברתיות נוטות להיות פחות ידועות לתלמידי כיתה ד מאשר מילים קצרות.

מחברי הנוסחה מצאו מתאם של 0.70 בין נוסחתם לבין הקריטריון שלהם; כן מצאו מתאמים של 0.90 ו-0.92 עם שיפוט מומחים (26). קלייר (59) מדווח בשם גקנהיימר (45, Sig N.Guckenheimer) על מתאם של 0.86 בין ציוני דייל-צ'ול לבין שיפוט מומחים; כמו-כן הוא מוסר על ממצאים שלו עצמו (58), מתאמים של 0.87 ± 0.06 עם מבחן אוג'מן, ומתאמים של 0.61 ± 0.09 עם מבחן גריי-לירי.

1.3.4.3 נוסחת "סמוג" (1969)

מקלופלין (70) פרסם נוסחה זו, שהיא מעניינת בגלל פשטותה ונוחות השימוש בה. המחבר טוען כי מספר המילים בעלות שלוש הברות או יותר ("מילים רב-הברתיות") בקטע נתון יכול לאפיין הן את הגורם התחבירי והן את הגורם הסמנטי. כך הוא מגיע לנוסחה בעלת מדד אחד בלבד, שקל מאד לקבוע אותו.

שלבי השימוש בנוסחת "סמוג"

א. בחר שלושה מדגמים, בצורת קטעים באורך עשרה משפטים רצופים כל אחד, אחד קרוב להתחלת הטקסט הנבדק, אחד באמצעו, ואחד לקראת סופו.

ב. מנה את כל המילים בעלות שלוש הברות ויותר בשלושים משפטים אלה(psw).

ג. ציון "סמוג" מתקבל מהנוסחה -

$$\text{SMOG Grade} = 3 + \sqrt{\text{psw}}$$

ציון זה אמור לנבא את רמת הכיתה שעל הקורא להגיע אליה כדי שיוכל להבין את הטקסט הנבדק הבנה מלאה. דרישה זו של הבנה מלאה חריפה יותר מדרישת נוסחת דייל-צ'ול, המסתפקת בתשובות נכונות למחצית השאלות של מבחן הקריאה של מק-קול

---

*) קשה להשיג את הפרסום המקורי, אך הרשימה מופיעה גם במאמר של דייל וצ'ול (26), וכן בספרם של קיין ואחרים (56).

וקרבז. על כן לא יפתיע אותנו הממצא שציוני "סמוג" עולים בדרך כלל ב-2 על ציוני דייל-צ'ול (61, 43).

מקלופלין מצא שגיאת תקן של המדידה לפי נוסחתו של 1.5 בקירוב; זאת אומרת כי ב-68% של המקרים תתן הנוסחה ניבוי קושי הנמצא בטווח של 1.5 שנים מן הקושי האמיתי.

1.3.4.4 נוסחת אלי (1969)

אלי (31, Warwick B.Elley) מציע גם הוא נוסחה בעלת מדד יחיד, אם כי אין זו נוסחת רגרסיה כמו הנוסחות שהוזכרו קודם. לדעתו, גורם הניבוי היחיד הטוב ביותר הוא שכיחותם של שמות העצם במדגם.

שלבי השימוש בנוסחת אלי

א. בחר מתוך הטקסט שלושה קטעים המכילים ביחד לפחות 25 שמות-עצם שונים. (לא נאמר כיצד או מהיכן לבחור, ויש להניח שהכוונה לבחירת אקראי.)

ב. חשב את השכיחות הממוצעת של כל שמות-העצם, לפי השכיחויות שפורסמו ברשימת המילים של המועצה הניו-זילנדית לחקר החינוך (73).

ג. את רמת הכיתה הדרושה להבנת הטקסט הנבדק מוצאים לפי השכיחות הממוצעת בטבלה שעיבד המחבר.

אלי מוסר על מתאם של 0.90 בין ציוניו לבין שיפוט משותף של מורים ותלמידים. הוא מציע כי בכל ארץ דוברת אנגלית מוטב להשתמש ברשימת שכיחויות המתאימה ללשון המקום.

1.3.4.5 גרף הקריאות של פריי (1964)

פריי (41, 40) עיבד שיטה למדידת הקריאות שאיננה נוסחה במובן הרגיל. הוא טוען שדרך זו של הערכת הקריאות ראויה לשימוש בגלל פשטותה, גם אם איננה מגיעה לרמת הדיוק של הנוסחות המקובלות.

שלבי השימוש בגרף הקריאות של פריי

א. בחר שלושה מדגמים בצורת קטעים באורך 100 מילים רצופות כל אחד; אחד הקטעים קרוב להתחלת הטקסט הנבדק, אחד מאמצעו, ואחד סמוך לסופו. בספירת המילים יש לדלג על שמות פרטיים.

ב. חשב את המספר הממוצע של משפטים למדגם של 100 מילים (עד עשירית המשפט) ואת המספר הממוצע של הברות למדגם.

ג. מצא את רמת הכיתה הדרושה להבנת הטקסט הנבדק בעזרת הגרף המופיע בראש עמוד 15.

המדד הסמנטי זהה עם wl של פלש (35) בעוד המדד התחבירי (מספר ממוצע של משפטים למדגם של 100 מילים) דומה במהותו ל-sl של פלש (מספר ממוצע של מילים למשפט).

פריי מדווח על מתאמים גבוהים בין גרף הקריאות לבין נוסחות קריאות (0.96 עם פלש, 0.94 עם דייל-צ'ול), וגם בין הגרף לבין מבחן הבנת הנקרא של תלמידים (0.93).

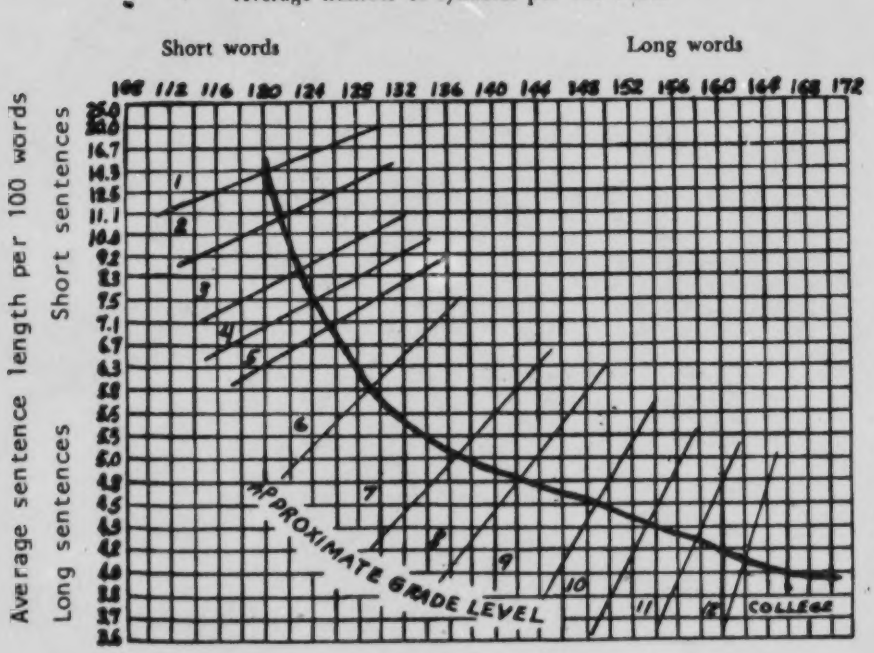
גרף להערכת הקריאות

מאת אדוארד פריי, מרכז הקריאה של אוניברסיטת ראטגרס

Journal of Reading, 11 (April 1968): p.577

# Graph for Estimating Readability

by Edward Fry, Rutgers University Reading Center




1.3.4.6 נוסחות נחשון לקריאות פרוזה עברית (1957)

שמואל נחשון (6, 7, 72) פיתח שמונה נוסחות לפרוזה עברית, מהן שתיים הנראות לו יעילות ומעשיות. נתאר את דרך פיתוחן ביתר פירוט, משום שהן נוסחות הקריאות(שפורסמו עד כה לשפה העברית.

1. נחשון ניסח 11 גורמים או יסודות לשוניים וסגנוניים, אשר לפי השערה מוקדמת עשויים לעזור בהבחנה בין חומר קריאה קל וקשה(ראה לעיל, עמוד 12). המושגים והמונחים הקשורים בגורמים אלה הגדרו בהגדרות מעשיות-אופרטיביות המאפשרות את מנייתם.

2. נקבע קריטריון חיצוני לקושי הקריאה: 69 קטעי ספרות דורגו על-ידי חבר של 30 שופטים מומחים. שיטה זו של שיפוט סובייקטיבי נבחרה בהיעדר מבחן קריאה מתוקנן בעברית.

3. חושבו מתאמים בין השכיחות של כל גורם משוער לבין הדירוג ששימש קריטריון, ומתאמים בין שכיחויות הגורמים לבין עצמם.

4. על-פי מתאמים אלה נבחרו ששה מבין 11 הגורמים, ובעזרת רגרסיה חוברו שתי נוסחות להערכת דרגת הקושי של טקסט עברי. לדעת נחשון, אחת מהן, "הנוסחה הארוכה", משביעה רצון יותר מכולן, אבל מכיון שיש בה ארבעה מדדים, היא איננה נוחה ביותר לשימוש, ולכן הציע המחבר גם את "הנוסחה הקצרה", בעלת שני מדדים. נוסחה זו נופלת במידת-מה מן הנוסחה הארוכה בדייקנותה ובמהימנותה, אך ראויה לשימוש בגלל נוחיותה.

5. כדי לקבל התאמת חומר קריאה לרמת כיתה, ולא דירוג בלבד, נערכו טרנספורמציות על המקדמים שהפכו את דרגת הקושי לרמת כיתה, בעזרת ניתוח של 23 מקראות שהיו נפוצות באותו הזמן (1956) בכיתות א - ט של בתי הספר בארץ.

<u>שלבי השימוש בנוסחות נחשון</u>

א. בחירת המדגם תלוי באורך הטקסט הנבדק:

1) טקסט קצר שאינו עולה על 300 מילים יש לנתחו בשלמותו.

2) מטקסט יותר ארוך, בחר לפחות שלושה מדגמים בצורת קטעים של כ-100 מילים כל אחד, אחד מהתחלת הטקסט, אחד מאמצעו, ואחד מסופו.

3) כדי לנתח ספר, בחר מדגמים כאלה באופן שיטתי מכל חלקי הספר, כך שכל המדגמים ביחד יהוו 10% עד 15% של כל הספר.

ב. חשב את $x_1$, אחוז המילים הקשות השונות; מלה קשה היא מלה שצורתה היסודית איננה מופיעה ברשימת 900 המילים העבריות הקלות של נחשון (5, 7). חשב את $x_2$, המספר הממוצע של מילים למשפט. בשביל הנוסחה הארוכה חשב גם את $x_3$, אחוז המילים המוחשיות, ואת $x_4$, אחוז הפעלים. מילים מוחשיות כוללות שמות עצם מוחשיים, שמות הגוף, שמות המציינים זמנים קבועים ומסויימים בלוח השנה או בשעון, מספרים, מילות שאלה, ומילות קריאה.

ג. מדד הקריאות (מ"ק) יחושב -

לפי הנוסחה הארוכה -

$$\text{מ"ק} = 0.164x_1 + 0.033x_2 - 0.138x_3 - 0.068x_4 + 6.749$$

לפי הנוסחה הקצרה -

$$\text{מ"ק} = 0.236x_1 + 0.133x_2 - 2.505$$

מדד הקריאות מצביע שהחומר הנבדק דומה במידת קושי הקריאה שלו לקטע בינוני במקראה של הכיתה שמספרה מתאים למדד.

המדדים של הנוסחה הקצרה דומים לאלה של נוסחת דייל-צ'ול, אלא שנחשון לוקח בחשבון את מספר המילים הקשות <u>השונות</u>, בעוד שלנוסחת דייל-צ'ול מונים את כל המילים הקשות בכל הופעותיהן.

נחשון מצא מתאם של 0.935 בין נוסחתו הארוכה לבין הקריטריון החיצוני של דירוג 69 קטעי הספרות על-ידי שיפוט סובייקטיבי של 30 שופטים. כמו-כן נמצא מתאם של 0.868 בין הנוסחה הקצרה לבין קריטריון זה. יש לציין כי מתאמים אלה אינם נופלים מאלה שנמצאו לנוסחות הקריאות הנפוצות באנגלית.

1.3.5 <u>ביקורת על נוסחות הקריאות</u>

נוסחות קריאות אינן אלא מכשיר או כלי עבודה, וככל כלי, יש להקפיד ולהשתמש בהן תוך ידיעה ברורה מה הן מגבלותיהן. טיילור (86) עומד על הצורך בהתאמה נאותה בין הנוסחה לבין סוג החומר הכתוב שהיא מבקשת לבדוק *), ולבין סוג האוכלוסיה שהחומר מיועד לה.

נחשון (6) מזהיר: "אין נוסחת קריאות 'מטה-קסם' שבעזרתו יכול אדם לכתוב ספרים 'קריאים'." במילים אחרות, מי שחסר כשרון כתיבה אינו נעשה סופר דגול על-ידי שימוש בנוסחות קריאות.

קלדיר (59) מזכיר כי נוסחות קריאות אינן מודדות אלא היבט אחד של חומר כתוב, והוא סגנונו, ולא עוד אלא היבט אחד של הסגנון, והוא מידת הקושי בהבנתו. אין הן מודדות לא את הידיעלות הדרמטית, ולא את היכולת ליצור אווירה או להשפיע על הקורא. כלומר, נוסחות אלה אינן באות למדוד את <u>טיב</u> הסגנון. כדברי גילדלנד (43) "גם אם קל לזהות ולמנות את הגורמים המופיעים בנוסחות אלה, אין הן לוקחות בחשבון גורמים של הנעה, של סיטואציה, ושל טיפוגרפיה, שהם גורמים הידועים כחשובים לקריאותו של טקסט." ניר (8) מוסיף שקיימים גורמי קריאות חשובים שאינם ניתנים למדידה בעזרת נוסחות, כגון ארגון הרעיונות, מידת העניין של הקורא, התבנית והצורה החיצונית של חומר הקריאה, ועוד.

גם אם נקח בחשבון שהנוסחות אינן מודדות אלא את מידת הקושי של הבנת הסגנון, חידבים אנו לזכור כי גם את זאת אין הן מודדות בדיוק. רוב הנוסחות לא זכו למתאם גבוה מאד עם הקריטריון החיצוני שלהן. קלדיר (59) כותב: "מסתבר שהנוסחות החדשות יש להן מתאם מירבי של 0.7 בקירוב עם קריטריון של קריאות. פירוש הדבר הוא כי בערך 50% של השונות בקריטריון מוסבר או מנובא על-ידי הנוסחה." אמנם צ'ול (20) משערת כי צירוני קריאות של ספרים או של קטעים, המבוססים על נוסחות שפיתחו לאחרונה, מידת הדיוק שלהן הוא בטווח של כיתה אחת בקירוב, בהשוואה לתוצאות שנקבעו באופן אמפירי.

במקום אחר כותב קלדיר (61): "נוסחות קריאות, גם אם הן שימושיות כאמצעי סינון, אינן מכשירי ניבוד מדוייקים, ויש לפרש את צירוניהן לאור שיפוט מומחה של בני-אדם." הוא גם מביא כדוגמה לשגיאות של צירוני הנוסחות השימוש בהן על טקסטים שבהם סמלים מתימטיים או אחרים רבים. נוסף לכך הוא טוען כי "ברור עכשיו, למשל, כי הצירונים (של נוסחות קריאות) נותנים לתת הערכה גבוהה מדי לגבי קוראים בעלי הנעה גבוהה מאד, והערכה נמוכה מדי לגבי אלה שהנעתם נמוכה יותר." קלדיר מסכם (59): "אם נראה בנוסחות מכשירי ניבוי יעילים של קושי, המדוייקים יותר, ברוב המקרים, מאשר (שיפוטו של) הכותב היחיד, הרי אין לצפות ליותר מזה."

בורמות (12, John R.Bormuth) מעמיד אותנו על דילמה: ככל שמקטינים את מספר המדדים בנוסחה, עולה נוחיות השימוש אך יורדת התקפות; וכן להיפך.

---

*) בפרק 2 נדון על התאמתן של נוסחות קריאות לטקסטים מתימטיים.

כן מעיר בורמות כי השימוש בנוסחות מוגבל למדגמים גדולים יחסית, ואין בכוחן למדוד את מידת קריאותם של קטעים קצרים, כגון הוראות או שאלות בכתב של מורים, "שלעיתים קרובות מתברר שהן דו-משמעותיות, מטעות, או פשוט בלתי-קריאות."

בדיקותיו של טיילור (86) חריפה יותר. הוא מזכיר כי נוסחות הקריאות "מניחות מתאם גבוה בין קלות ההבנה לבין שכיחות ההופעה של סוגים נבחרים של יסודות לשוניים," אך הן "חסרות רגישות לידע הקודם של אוכלוסיה מסויימת. הן אינן מסוגלות להתחשב בהשפעת שימושים בלתי-אידיומטיים של מילים נפוצות, ולא בצירופי-הבל (nonsense combinations) של מילים, ולא במבנה מסורבל או מטעה של משפטים, ולא בכינויי-שם שלא ברור למה הם מתייחסים." בסופו של דבר, טוען טיילור, אפשר גם לסתור את הנחות היסוד של הנוסחות, כגון ההנחה שקיים מתאם גבוה בין קלות ההבנה לבין שכיחות הופעתם של יסודות סמנטיים ותחביריים מסויימים.

מק-לופלין (69) מוסיף כי גם אם אכן קיים המתאם הגבוה הזה, חרי נוסחות הקריאות מניחות כי היחס בין קלות ההבנה לבין הגורמים הלשוניים הוא ליניארי, אך לדעתו קרוב לוודאי שאין זה נכון. הוא טוען כי בקצה התחתון של טווח יכולת הקריאה, עלייה קלה בקושי הטקסט דורשת עלייה ניכרת ברמת מיומנות הקריאה, אך באמצע טווח זה ובקצהו העליון, גם עלייה ניכרת בקושי הקריאה, כפי שהיא נמדדת על-ידי נוסחה, תדרוש רק עלייה קלה ברמת מיומנות הקריאה. כמו-כן מנסה מק-לופלין להפריך הנחה נוספת, שיכולתו של קורא להתמודד עם מילים ההולכות וקשות עולה ביחס ישר ליכולתו להתמודד עם משפטים ההולכים וקשים.

גילילנד (43) מסביר: "כפי שידוע למורים רבים, קורא חלש עלול להתקשות בהכרת מילים במידה כזו שהגורמים ברמת המשפטים נעשים בלתי רלוונטיים. מאידך, קורא חזק מיומן עלול בדרך כלל להתקשות יותר במבנה המשפט מאשר בהכרת המילים."

לורג' (67) מסכם את חולשותיהן של נוסחות קריאות בשלוש טענות: א) אין הן מתחשבות במשמעות; ב) אין הן מתחשבות בתכונת הסדר של התבטאות לשונית; ג) אין הן מתחשבות ברמת הבגרות של האוכלוסיה.

כל הביקורת על נוסחות הקריאות אינה באה לפסול אותן, אלא להזהיר בפני שימוש לא-נכון בהן. רבים מבעלי הביקורת פיתחו בעצמם נוסחות, ואין ספק שכל מחברי הנוסחות היו ערים לנקודות התורפה שהועלו. נסכים איפוא כי נוסחות קריאות עשויות להיות לעזר למי שבא להעריך קריאות של חומר כתוב או להשוות בין חומרים שונים, אך אין הן הפתרון (בה"א הידיעה) לבעיית הקריאות.

## 1.4 שיטת הקלוז

### 1.4.1 השיטה וייסודותיה

לאחד המגבלות של נוסחות הקריאות הציע טיילור (86) בשנת 1953 שיטה אחרת כ"גישה חדשה לקריאות". הוא כינה את שיטתו בשם "שיטת הקלוז" (cloze). מקור זה נגזר מהמונח closure (סגירות) של הפסיכולוגיה התבניתית (Gestalt). הסגירות מתייחסת לנטייתו האדם להשלים (=לסגור) תבנית מוכרת שבה חסרים פרטים.

טיילור מבסס את שיטתו על שתי הנחות (88):

א) ככל שקטע קריא יותר, כך הוא יובן יותר גם אם יושמטו ממנו מספר מילים;

ב) ככל שהכתוב מובן יותר, כך סביר יותר שקורא יוכל לנחש מה הן המילים החסרות.

טיילור מגדיר (86) "יחידת קלוז" בתור אירוע שבו הצליחו לשחזר נכון חלק שרושמט מתוך תשדיר (מוצר לשוני כלשהו), כאשר הצלחה זו מבוססת על קביעת מהות החלק החסר על סמך התוכן של החלקים שנותרו.

שיטת הקלוז מוגדרת כשיטה שבה קולטים תשדיר מאת משדר (כותב או מדבר), משבשים את תבנידת הלשון שלו על-ידי השמטת חלקים, מגישים את התשדיר המשובש ל"קולטים" (קוראים או מאזינים) באופן כזה שנסיונותיהם לשוב ולהשלים את התבנית עשויים להניב בכוח מספר נידכר של יחידות קלוז.

ציון הקלוז של קטע הוא הממוצע של יחידות הקלוז המתקבלות מכל ה"קולטים". קריאותם של קטעים בעלי אורך שווה, שבהם גם מספר שווה של השמטות, מדורגת בהתאם לדירוג של ציוני הקלוז שלהם.

### 1.4.2 אופן השימוש בשיטת הקלוז

בוחרים באופן שיטתי מדגמים בצורת קטעים באורך שווה מתוך הטקסטים שאת קריאותם מבקשים להשוות. משבשים כל קטע על-ידי השמטת אותו מספר מילים מכל אחד. מומלץ להשמיט 10% עד 20% של כל המילים, אם על-ידי השמטת אקראי, כגון בעזרת לוח מספרים אקראיים, ואם על-ידי השמטה שיטתית, כגון השמטת כל מלה חמישית. את הקטעים המשובשים מדפיסים מחדש, כאשר במקום כל מלה מושמטת מופיע מקום דיק בגודל אחיד, על מנת לא לרמוז על אורך המלה החסרה.

את הקטעים האלה, שבהם מופיע מקום ריק במקום מלה מושמטת, מגישים לנבחנים. אפשר להגיש את כל הקטעים המשוריים לאותה קבוצת נישוי, או לקבוצות שונות מאותה אוכלוסיה, שמשערים שהן דומות. הנבחנים מתבקשים לנחש את המילים החסרות ולכתוב את ניחושיהם במקומות המתאימים.

ציונו של כל נבחן הוא מספר יחידות הקלוז שלו (=מספר ההשלמות הנכונות שהשלים). ציונו של קטע הוא הממוצע של ציוני הנבחנים על אותו קטע.

טיילור (86) ניסה והשווה שיטות השמטה שונות, - השמטת אקראי לעומת השמטת כל מלה ח-ית, תכיפויות של השמטות מ-10% עד 20% של המדגם, מ-16 עד 35 השמטות לקטע, והשמטות של קבוצות מילים שונות באותו קטע. הוא לא מצא

הבדלים משמעותיים בין שיטות אלה. במחקר אחר (87) מצא טיילור כי לצורך השוואת קריאות של טקסטים, עדיפה השמטת מילים ללא אבחנה על פני השמטת מילים קלות בלבד או מילים קשות בלבד. כן מצא שהסדר שבו הוגשו לנבחנים הקטעים העומדים להשוואה לא השפיע על הדירוג, וגם לא נמצאו הבדלים בין שתי שיטות של בדיקת המבחן, - התחשבות בהשלמות מדויקות בלבד לעומת התחשבות גם במילים נרדפות.

חוקרים שונים (11, 12, 86, 87) מצאו ששיטת הקלוז היא גם מהימנת וגם תקפה, לפי הקריטריונים שהשתמשו בהם.

### 1.4.3 שימושים לשיטת הקלוז

כשהמציא טיילור את השיטה, תיאר אותה כ"מכשיר חדש למדידת קריאות". יש להעיר כי בעצם שיטת הקלוז אינה קובעת מידה כי אם דירוג בלבד. היא איננה מבאת דרגת קריאות או רמת כיתה כפי שעושות נוסחות הקריאות, אלא מאפשרת השוואה בין טקסטים שונים - זה קשה מזה. אך חוקרים רבים, כגון בורמות (11, 12) רנקין (Earl F.Rankin, 76, 77, 78); קלייר (60), רואים בקלוז שיטה מועילה ויעילה להערכת קריאות.

מאוחר יותר מצאו טיילור (88), בורמות (13, 14), רנקין וקלהיין (Joseph W.Culhane, 78) כי יש מתאם גבוה בין ציוני קלוז לבין ציוני מבחן הבנת הנקרא, כך שיש אפשרות להשתמש במבחני קלוז למדידת הבנת הנקרא ולמדידת הבדלים אינדיוידואליים בהבנת הנקרא. רנקין מציע כי המתאם הגבוה שנמצא בין ציוני קלוז לבין הציונים של מבחני ההבנה יכול לשמש בסיס להפיכת שיטת הקלוז משיטה הקובעת דירוג בלבד לשיטה הקובעת מידה, וזאת על-ידי כיול ציוני הקלוז בהתאם לרמת הכיתה המנובאת על-ידי הציונים המתאימים של מבחן ההבנה.

קולמן (21' 22) התחיל להשתמש בשיטת הקלוז כקריטריון חיצוני לנוסחות קריאות. לפניו השתמשו מחברי נוסחות בדרך כלל במבחני קריאה, ובעיקר במבחני הקריאה המתוקננים של מק-קול וקרבז (68). לפי קלייר (61) שיטת הקלוז כבר החלה להתחרות במבחני ההבנה, ואף לתפוש את מקומם של מבחנים אלה כקריטריון למדידת הקריאות.

### 1.4.4 שיטת הקלוז בעברית

שיטת הקלוז פותחה לראשונה לשפה האנגלית, אך התיאוריה שעליה היא מבוססת איננה תלוייה בשפה מסויימת. טיילור בעצמו (87) ערך ניסוי על השימוש בקלוז בשפה הקוריאנית ומצא כי שלושה קטעים דורגו על-ידי קלוז באותו דירוג שנקבע על-ידי שיפוט, וזאת למרות השוני הרב בין אנגלית לקוריאנית, הן במבנה והן בכתיב.

נייר (8) ערך מחקר-חלוץ מטעם אוניברסיטת בן-גוריון (אז אוניברסיטת הנגב) על מנת לבדוק את יעילותה של שיטת הקלוז לבדיקת קריאות של קטעים

עבריים מקוריים. האוכלוסיה היתה מורכבת מתלמידי כיתות ז-ח-ט בבתי-ספר בדרום הארץ. המחקר טרם הסתיים, אך ניר מביא מספר תוצאות ראשוניות:

א. קצב ההשמטות: השמטות בקצב של 20% של המדגם, כמקובל בשפה האנגלית, נמצאו מכבידות מדי על הנבחנים. הקצב המינימלי המתאים נמצא בהשמטת מלה אחת מתוך שמונה, ולא נמצא הבדל ניכר בין קצב זה לבין קצב של השמטת מלה אחת מתוך עשר.

ב. השלמה באמצעות מילים נרדפות: נמצא שאפשר להסתפק במנייתן של השלמות מדוייקות בלבד, אלא ש"מן הראוי למנות כהשלמות מדוייקות גם השלמות שהוחלפו בהן צורנים מבניים, בתנאי שאין שינוי במשמעות. (לדוגמה: "לבית" במקום "הביתה".)"

ג. מינימום מספר ההשלמות: בכיתות ז היה מספר ההשלמות הנכונות רק 8% בממוצע, כך שאי-אפשר להבחין בעזרת המבחן הבחנה ברורה בין מידות הקושי של הטקסטים. ההצלחה בכיתות ח-ט היתה טובה יותר, כך שנמצאו הבדלי קושי מובהקים בין הקטעים הנבדקים. מכל מקום קובע ניר כי "על-פי מחקר-החלוץ שערכנו, נראה כי המינימום [ הדרוש להשוואת מהימנה של קריאות] צריך להיות 25%-30% לערך." מהשלבים הראשונים של מחקרו מסיק ניר כי "אין להעביר את מבחן הקלוז כמות שהוא מבדיקתם של טקסטים הכתובים אנגלית אל טקסטים עבריים," אך ראוי להמשיך ולחקור על מנת למצוא דרך לנצל שיטה יעילה זו גם לשפה העברית.

בתשובה לשאלות שהפניתי לד"ר ניר, הוא השיב לי ביום 24.10.76 כי לא ידוע לו על עוד מחקר של ממש בנושא זה. לדעתו, "הקלוז כמכשיר למדידת הקריאות הוא 'קשה' לגבי הלשון העברית. יש נטייה להציע במקרה זה את המילים המושמטות בסוף השאלון (לא בסדר שהושמטו) כדי להקל."

1.4.5 <u>יתרונות וחסרונות של שיטת הקלוז</u>

אם נרשה לנחתום להעיד על עיסתו, טיילור (86) טוען למספר יתרונות לשיטת הקלוז שלו: -

קלוז מודד, ככל הנראה, את ההשפעות של היסודות הלשוניים (שספירתם היא הבסיס של נוסחות קריאות) על הקריאות, ובאותו זמן מתחשב גם בהשפעת גורמים רבים אחרים.

קלוז מתחשב בידע הקודם של הנבחנים על הנושא הנדון בקטע הנבדק.

קלוז אינו מניח הנחות על מתאם גבוה בין שכיחויות של יסודות לשוניים מסויימים לבין הבנת הקריאה.

קלוז מודד את הדמיון בין סגנונו של הכותב לבין הסגנון שהקורא מצפה לו בשעת קריאתו.

קלוז "פועל", זוהי שיטת פשוטה לשימוש.

קלוז יש לו שימושים רבים ומגוונים.

קלוז אינו צריך שופטים מומחים.

גילדנד (43) רואה שני יתרונות בסדסיזם לשיטת הקלוז: "ראשית, נראה כי השיטה משקפת את סך כל ההשפעות הפועלות זו על זו ומשפיעות על הקריאות, ולכן היא מתקרבת ביותר לאיחוד כל היסודות...שיצרו את הבסיס לטכניקות כה רבות של מדידת הקריאות. שנית, היא מודדת את ביצועו של הקורא על קטעי הטקסט," בניגוד לנוסחות הקריאות שאינן עוסקות במישרין בקשר בין הקורא והנקרא.

ניר (8) מסכם את יתרונות השיטה:

"מבחני הקלוז מצטיינים בתוקף גבוה יותר (מאשר מבחני ההבנה המקובלים) לגבי מדידת ההבנה של הקטע...משום שהשאלות (במבחני ההבנה) בודקות הבנת עניינים מסויימים בלבד ומשום שדרך ניסוחן משמשת גם היא גורם בלתי מבוטל במתן התשובות.

"מבחן הקלוז בודק את ההבנה הכללית של הקטע... יש להניח כי קיימים גורמי קריאות שאין כל אפשרות למצוא להם ייצוג נאות בנוסחות...

"טכניקת הקלוז אינה מבודדת את הגורמים השונים המשפיעים על הקריאות, אלא בודקת את השפעתם המשולבת בהקשר הנתון.

"קל יותר לחבר מבחן קלוז מאשר שאלות להבנת הנקרא..."

לעומת יתרונות הקלוז, מודה טיילור (86) שלנוסחות הקריאות יש יתרונות מסויימים על פני הקלוז. הן נוחות יותר ומהירות יותר. אין צורך בחדפסות ובמדגמי אוכלוסיה מייצגים. הן מדויקות למדי לגבי טקסטים רגילים, ומהימנותן גבוהה גם בידי בודקים בלתי מנוסים. כמו-כן הוא מזהיר כי אין להסיק מדירוג של קטעים מסויימים אל דירוג הספרים שמהם נלקחו הקטעים או אל דירוג הסגנונות של מחבריהם, אלא אם כן נבחרו מדגמים המייצגים במידה מספקת.

## פרק 2: מדידת הקריאות של טקסטים מתימטיים

### 2.1 לשון מתימטית לעומת לשון טבעית

יש להבחין בין הלשון המתימטית לבין הלשון הטבעית, היומיומית. קיין ואחרים (56) מגדירים: "בשם 'לשון המתימטיקה' אנו מתכוונים ללשון הכתובה המופיעה בחומרים להוראת המתימטיקה; בכתבי-עת, בספרים, ובחיבורים על המתימטיקה; על-גבי לוחות ומטולי-על בכיתות; בדפי חשבון של בנקים ובמודעות של סופרמרקטים; ובכתבים בשטחים אין-ספור הקשורים במתימטיקה." משתמע מכאן שיש הבדל בין הלשון המופיעה בספרות או בעיתון יומי לבין 'לשון המתימטיקה'. לפיכך יש להניח שיהיה גם הבדל ביכולת הקריאה של שתי לשונות אלה. ואמנם, ג'ונסון (53) טוען כי "קריאת חומר מתימטי שונה מקריאת חומר במקצועות אחרים." כך מדגישים גם קיין ואחרים (56) כי "קריאה יעילה של חומר בלשון האנגלית הרגילה, במקצועות כגון ספרות, הסטוריה, שירה, או ביוגרפיה, אינה גוררת קריאה יעילה בלשון המתימטיקה."

מחברי דו"ח קיימבריג' (19) קובעים: "תפקיד הלשון הוא להעביר מידע. תפקיד לשון המתימטיקה הוא להעביר מידע ברמת דיוק גבוהה במיוחד. בלתי-נמנע הוא איפוא שלמתימטיקה דרוש מינוח מיוחד." ואכן מדווח קורל (23) כי מומחים לאוצר מילים קובעים שישנן מילים רבות, ללא כל פרופורציה, בספרי לימוד למתימטיקה המיועדים לילדים צעירים, שאינן מוכרות לילדים אלה.

אך לא רק המינוח המתימטי המיוחד, השימוש במונחים מתימטיים ספציפיים, מכביד על הבנת חומר קריאה מתימטי. סטריבי (George Streby, 85) טוען כי אחת הבעיות בקריאת חומר מתימטי היא ש"למילים רבות שנתקלים בהן בקריאת חומר מתימטי יש לעיתים קרובות משמעויות שונות או נוספות למשמעותן שבשימוש הכללי, ויש צורך להגדיר, להדגים, ולאיית מילים אלה ולפתח את המושגים המיוצגים על ידן לפני שהתלמיד נתקל בהן בקריאתו." לדעת סטריבי, "אי-היכולת לתפוש את מלוא משמעותו של היגד תהיה רצינית יותר במתימטיקה מאשר בכל מקצוע אחר," וזאת למרות קביעתו של יאנג (William E.Young, 97) כי "מבין המילים הנפוצות בדותר בלשוננו [אנגלית], אחת מתוך עשר היא מונח מתימטי."

נוסף לקשיים שבהבנת מילים בטקסט מתימטי מזכיר קורל (23) גם קשיים הנובעים מהופעת פריטים לא-מילוליים רבים, כגון גרפים, סמלים, נוסחות, וכו', ומוסיף כי הגישה המודרנית להוראת המתימטיקה הגדילה את השימוש בסמלים לא-מילוליים בספרי הלימוד. סטריבי (85) מונה כגורמי קושי נוספים גם את הקושי בהכרתן ובתפישת משמעותן של מילות מפתח ואת הקושי בהבחנה בין חומר רלוונטי לבלתי-רלוונטי.

קיין (54, 55, 56) הרבה לנתח את ההבדלים בין "אנגלית מתימטית" לבין "אנגלית רגילה", וכוח ניתוחו יפה גם להבדל בין עברית מתימטית לבין עברית

רגילה. לדעתו, הלשון המתימטית היא צירוף של יסודות מן השפה הטבעית ומשפות אחרות, כגון תיאור מספרים בשיטה ההודו-ערבית, שיטות סימון אלגבריות, לשון הלוגיקה וסמליה, סימול צורות גיאומטריות, ועוד. השימוש הרב בסמלים גורמת לדחיסות רבה יותר של מידע, דחיסות העולה בהרבה על זו של טקסט בשפה הרגילה. קיין מזכיר גם הבדלים נוספים בין שפת המתימטיקה לבין השפה הרגילה: - מונח המתאר עצם מתימטי יש לו בדרך כלל משמעות יחידה, וכל משמעות-לוואי (connotation) עלולה להפריע את הבנת המונח, בעוד שבשפה הטבעית, משמעויות-לוואי עשויות להעשיר את השפה. תואר-השם בשפה הטבעית, כשמו כן הוא - הוא מתאר את שם העצם שאליו הוא צמוד או מייחס לו תכונה מסויימת. בלשון המתימטיקה, לעיתים קרובות, הוספת תואר-שם באה לכנות מושג חדש. "מספר ממשי" איננו מספר שיש לו תכונת הממשות; הוא מושג מתימטי חדש.

בלשון המתימטית הכתובה מבחינה הייטר (Mary Ann Hater, 47) בין "תווי-מילים" (word tokens) לבין "תווים מתימטיים" (math tokens). תו-מלה הוא יחידה של אותיות שיש לה משמעות לשונית והמופרדת מן ההקשר אשר מסביבה על-ידי רווחים ריקים, כגון הוא, מעגל, גדול, וכו'. תו מתימטי הוא סמל המיוחד למתימטיקה, ואין קשר בין הסמל לבין אופן קריאתו, כגון 5, =, — (מקו-שבר), $\int$, וכו'. אותיות רומיות ויווניות המשמשות כמשתנים, כאיברים, או כשמות למושגים מתימטיים מכונים על-ידי הייטר בשם "תווי-אלפא" ונחשבים לתווים מתימטיים. למשל, במשפט "הזוג הסדור (8, 23) הוא פתרון לתבנית הפסוק $20 < x + y$", התווים "הזוג", "הסדור", "הוא", "פתרון", "לתבנית", "הפסוק", הם תווי-מילים, בעוד הסוגריים, "8", "23", "20", "+", "<", ותווי-האלפא "x", "y" הם תווים מתימטיים.

לגבי תווים מתימטיים מעירים קיין ואחרים (56) : 1) למשפט המכיל תווים מתימטיים דרוש פחות מקום מאשר למשפט המכיל תווי-מילים בלבד. 2) את התרגום מתווים מתימטיים לשפת הדיבור יש ללמוד על-פה. 3) ההתאמות 'שתיים' ⟷ '2', 'אפס' ⟷ '0' איננן מספיקות לתרגום התווים המתימטיים '2' ו-'0' כשהם מופיעים ביחד, ללא רווח ביניהם. את ההתאמה 'עשרים' ⟷ '20' צריך ללמוד בפני עצמה." חייבים לרכוש ידע רב במילים, בצירופי מילים, ובתווים מתימטיים כדי להגיע לידי הבנת טקסט מתימטי, והמיוחד בדרישה זו ליידע הוא שאין כמעט כל סיכוי שהתלמיד ירכוש מושגים אלה באופן טבעי, מחוץ לכותלי כיתת המתימטיקה, אלא יש ללמוד אותם במסגרת הלימוד הפורמלי של המתימטיקה בבית הספר.

לאור ההבדלים הניכרים בין לשון המתימטיקה לבין הלשון הטבעית, עלינו לשקול אם השיטות המתאימות למדידת הקריאות של טקסט בלשון הטבעית מתאימות גם לטקסט מתימטי.

## 2.2 השימוש בנוסחות קריאות כלליות לטקסטים מתימטיים

חוקרים שונים השתמשו בנוסחות קריאות כלליות למדידת הקריאות של ספרי לימוד למתימטיקה, תוך נסיון להתאים אותן לאופי המיוחד של לשון המתימטיקה. לרוב השתמשו בנוסחת קלות הקריאה של פלש (35) ובנוסחת דייל-צ'ול (26). כיון שזו האחרונה מיועדת רק לילדים מגיל כיתה ד ומעלה, השתמשו במקומה בשביל הכיתות הנמוכות בנוסחת ספאש (84), המתבססת על אותם מדדים. בין המשתמשים בנוסחת פלש היו פייסון (33, Edmund W.J. Faison), רוג'ר תומפסון (90, Roger Thompson), וג'ונסון (53). בנוסחת דייל-צ'ול השתמשו הדנז וסמית (83, 82, 52, James W.Heddens, Kenneth J.Smith), שו (79 , Judith A.Shaw), ויגנד (96, Regis B.Wiegand), אלטון תומפסון (89, Elton Noel Thompson), ופרנק סמית (80, 81, Frank Smith).

נתאר מחקרים אלה, לא מבחינת מסקנותיהם, אלא מבחינה מיתודולוגית, כלומר - כיצד הותאמו הנוסחות לשימוש בחומר מתימטי. כשבאים להשתמש בנוסחות קריאות כלליות למדידת קריאות במתימטיקה, יש להתמודד בעיקר בבעיה - האם יש לקחת בחשבון רק משפטים של הטקסט הכתובים בשפה הטבעית, או שמא יש לכלול גם משפטים הכתובים בלשון המתימטיקה? גם אם נתחשב רק במשפטים בשפה הטבעית, נשארת השאלה איך יש להתייחס לתווים המתימטיים המופיעים במשפטים אלה? מה ייחשב כמלה, ומה ייחשב כהברה (לצורך נוסחת פלש). התשובות לשאלות כגון אלה קובעות את אפשרות התאמתן של נוסחות הקריאות הכלליות לשימוש בחומר מתימטי.

### 2.2.1 השימוש בנוסחת פלש

כזכור, המדדים בנוסחת פלש מבוססים על מניית הברות, מילים, ומשפטים (עיין לעיל, 1.3.4.1, עמודים 13-12.).

פייסון (33) היה בין הראשונים שהשתמשו בנוסחת קריאות למדידת קריאותם של ספרי לימוד במתימטיקה. ב-1951 הוא חקר בעזרת נוסחת פלש את הקריאות של ספרי לימוד במקצועות שונים לכיתות ה - ח. בניגוד להמלצת פלש (35) לדלג על חומר לא-מילולי בספרי מתימטיקה, טען פייסון שמכיוון שחלק גדול של התוכן של ספרים אלה מורכב מסמלי מספרים, אי-אפשר להתעלם מסמלים אלה כשמבקשים למדוד קריאות. לפיכך הוא קבע לעצמו את הכללים הבאים, אם כי הוא מודה שהם שרירותיים במידה מסויימת: -

1. כל ספרה המופיעה במספר רב-ספרתי נחשבת כמלה.
2. כל בעיית חישוב נחשבת כמשפט, משום שהיא מציגה יחידת מחשבה שלמה.

ג'ונסון (53) מצטט מחקר של תומפסון (90) על קריאות של ספרי מתימטיקה לכיתה ט. בעבודה זו נקבעו כללים אלה: -

1. כל איבר בנוסחה נחשב כמלה, וכל גורם ומשתנה באיבר נחשב כהברה.
2. "מונים ומכנים נבדקו בנפרד לגבי מספר ההברות, אך השבר כולו נחשב מלה."
3. מעריך של חזקה נחשב כמלה נפרדת.

4. ביטוי הרשום בתוך סוגריים נחשב כמלה אחת; כל סוגר נחשב כהברה, וכן כל סימן וכל גורם בתוך הסוגריים.

5. לגבי מספרים שלמים, כל קבוצה של שלוש ספרות נחשבת כהברה; למשל, 5,604,000 הוא בעל שלוש הברות.

6. לגבי שברים עשרוניים, הנקודה העשרונית נחשבת כהברה, וכן כל קבוצה של שלוש ספרות (או חלק מהן) לפני הנקודה או אחריה; למשל, 3,456.8 הוא בעל ארבע הברות.

ג'ונסון בעצמו (53) ערך מחקר מקיף ביותר ב-1957, בו מדד את קריאותם של 18 ספרי מתימטיקה, ביניהם ספרי חשבון לכיתות ז - ח, ספרי אלגברה לכיתה ט, ספרי גיאומטריה לכיתה י, וספרי העשרה שאינם ספרי לימוד בבית הספר. הוא טוען כי נוסחת דייל-צ'ול מבוססת על ההנחה שהגורם העיקרי לקשיי קריאה הוא אוצר המילים, אבל לדעתו בגלל אוצר המילים המיוחד של המתימטיקה, אין נוסחה זו מתאימה, ומשום כך הוא בחר בנוסחת פלש. יש לציין שג'ונסון הוא האחרון שהשתמש בנוסחת פלש למדידת הקריאות של ספרי לימוד למתימטיקה. ג'ונסון גם קובע ביתר דיוק מאשר קודמיו כיצד לטפל בחומר מתימטי לצורך השימוש בנוסחת פלש: -

1. נבחרו רק מדגמים המורכבים ממשפטים באנגלית. לא נבדקו קטעים של חישובים טהורים, התרת משוואות, הוכחות גיאומטריות, כותרות, ותרגילים לדוגמה.

2. מניין המילים כלל את כל המילים, המספרים, הסמלים, המשתנים, וראשי התיבות שבמדגם.

3. כמלה אחת נחשבת "כל קבוצה של אותיות, מספרים, או סמלים, המוקפת ברווחים ריקים". כמו-כן נחשבים כמלה אחת ראשי תיבות וסמלים מתימטיים המופיעים במשפטים רגילים. משתנים ומספרים המופרדים על-ידי סימני פעולה נחשבים למלה נפרדת, וכן גם סימני הפעולה עצמם.

4. כל "יחידת מחשבה" נחשבת למשפט אם היא בלתי תלוייה במשפט אחר ואם היא מסתיימת בנקודה, בסימן שאלה, בסימן קריאה, בנקודה-פסיק, או בנקודתיים.

5. מספר ההברות של מספרים, סמלים, או ראשי תיבות הוא לפי האופן שבו מבטאים אותם בדיבור.

2.2.2 <u>השימוש בנוסחת דייל-צ'ול</u>

המשתנים בנוסחת דייל-צ'ול (26) מבוססים על מניית מילים, מילים קשות (=מילים שאינן מופיעות ברשימת דייל (25) של 3000 המילים הנפוצות), ומשפטים. (ראה לעיל, 1.3.4.2, עמודים 14-13.)

למרבה הצער, לא מצאתי בדיווחים על מחקרי קריאות של ספרי מתימטיקה שעמדו לרשותי (33, 52, 53, 80, 81, 82, 83, 96) תיאור מפורט על הכללים שהנחו את החוקרים בשימוש בנוסחת דייל-צ'ול. על כן לא אוכל אלא לפרט קטעי כללים שנתקלתי בהם בדיווחים שונים.

ברן וקיין (16) קובעים כי בדרך כלל נחשבו מונחים מתימטיים כמילים קשות, והתעלמו מסמלים מתימטיים בשעה שיישמו נוסחות קריאות כלליות לחומר

מתימטי. קנת סמית (82) מזכיר כי לא נלקחו בחשבון כותרות. שו (79) השתמשה ב-6000 המילים הראשונות של רשימת תורנדייק (93) במקום ברשימת דייל (25) כדי להגדיר מלה שאינה קשה. פרנק סמית (80) כנראה בדק רק את חלקי הטקסט המילוליים.

מלבד הערות אלה לא מצאתי התייחסות לבעיות כיצד הוגדרו במחקרים שהוזכרו "מלה", "משפט" לגבי חומר שאיננו כתוב בצורת משפטים באנגלית רגילה, או לגבי סמלים המופיעים בתוך משפטים רגילים, והאם התחשבו בסמלים בכלל.

### 2.2.3 ביקורת על השימוש בנוסחות כלליות

בגלל ההבדלים החשובים בין שפת המתימטיקה לבין השפה הטבעית, הגיעה כבר ג'יין צ'ול (20), מחברת-שותפת של נוסחת דייל-צ'ול, למסקנה כי "ספק אם נוסחת דייל-צ'ול או נוסחת פלש תקפות בהערכת קושי הקריאה של ספרי לימוד במתימטיקה." היא ממליצה כי לצורך השימוש בנוסחת קריאות לחומר מתימטי, יש להתאים את רשימות המילים ואת המידות הנובעות מהן.

עיקר ההתקפה על השימוש בנוסחות קריאות כלליות לחומר מתימטי בא מפרופ-סור רוברט קיין, מאוניברסיטת פרדיו (Purdue) ומתלמידיו-חבריו קלם (Gerald Kulm), הייטר, ברן, ולורליין (Marceda Loehrlein).

קיין הגיע למסקנה (54, 55) שאין הצדקה לשימוש בנוסחות קריאות כלליות לגבי חומר מתימטי. "חוסר ההתאמה של נוסחות אלה לדירוג ספרי לימוד מתימטיים נובע משני קשיים. ראשית, המעריך נאלץ להתעלם מחלקים גדולים של חומר קריאה חיוני שאיננו מוגש באנגלית אלא במערכות סמלים אחרות של השפה המתימטית. שנית, גם החומר הכתוב באנגלית רגילה, שהמעריך יחליט לנתח, מתובל שוד במילים וביטויים מן השפה המתימטית. לאור כל זה, אין מידות הקשורות באורך מילים /של השפה הרגילה/ תקפות." אין האשמה בנוסחות עצמן. אלה לא נועדו לבדיקת חומר מתימטי, ולכן אין להשתמש בהן לצורך זה. לדעת קיין, אפשר לפתח נוסחות מיוחדות לטקסטים מתימטיים *), אך עד שייעשה דבר זה, "טרם נמצאה שיטה המוצדקת מבחינה לוגית להערכת הקריאות של ספרי לימוד למתימטיקה." (55)

קיין ואחרים (56) טוענים כי "העיוותים הנובעים מן השימוש בנוסחות כגון זו של דייל וצ'ול הם חמורים, ויש סיבות חזקות להתייחס בחשדנות לתקפות תוצאותיהן." הייטר ואחרים (48) מסכמים: "החלתן של נוסחות קריאות על אנגלית מתימטית אינה תקפה אם הנוסחה מבוססת על תוצאות המשתמשות במידות קריטריון ועל משתנים מן האנגלית הרגילה."

במחקר על הקריאות של ספרי לימוד לאלגברה אלמנטרית גילה קלם (62, 63) שאחוז הסמלים המתימטיים מסביר 20% של השונות בקריאות, אחוז המילים המתימטיות מסביר 12% של השונות בקריאות של חומר הדגמה ו-4% של השונות בקריאות של הומר הסברה. שני גורמים אלה אינם מופיעים בנוסחות הכלליות. מאידך, הגורמים

---

*) להלן נדון על נוסחות כאלה, שפותחו על-ידי קיין, הייטר, וברן (56).

המופיעים בנוסחות אלה השפיעו מעט מאד. למשל, האורך הממוצע של המשפטים אינו מסביר אלא 5%-6%, האורך הממוצע של המילים (לפי חברות) ואחוז המילים שמחוץ לרשימת מילים נפוצות תרמו תרומות מבוטלות בלבד. מכאן אפשר להסיק כי כושר הניבוי של נוסחות קריאות כלליות לגבי קריאות של חומר מתימטי אינו רב.

גם לורליין (65) מצאה מתאמים נמוכים ביותר בין כמה מגורמי הניבוי הטובים ביותר לקריאות של אנגלית רגילה לבין ציוני מבחני הבנה, ציוני קלוז, ושיפוט סובייקטיבי. היא רואה בכך אישור לתיאוריה הטוענת כי "ללשון המתימטיקה יש איפיונים מיוחדים המשפיעים על היכולת להבין אותה. לכן נוסחות קריאות שפותחו ונמצאו תקפות לגבי חומר שנכתב באנגלית רגילה אינן מתאימות לדירוג הקושי של ספרי לימוד למתימטיקה."

בראון (15, Walter R.Brown) סבור שספרי מדע עלולים בדרך כלל לקבל ציון דייל-צ'ול גבוה מדי, ציון המצביע על התאמה לכיתה גבוהה מדי. דבר זה כנראה נובע מכך שרשימת דייל (25), שבה משתמשת נוסחה זו, חסרה מילים רבות משטח המדע, שהפכו לנחלת הכלל, בפרט אם נתחשב בעובדה שרשימה זו נערכה באמצע שנות ה-40, ומאז חלה עלייה מתמדת בתודעת המדע בציבור ובלימוד מושגים מדעיים בבית הספר. בראון ביקש לתקן פגם זה על-ידי הוספת שבע (7) מילים מדעיות ידועות ביותר למילים שברשימת דייל, וכך קיבל בעזרת נוסחת דייל-צ'ול המתוקנת ציונים הנמוכים בשתי יחידות מן הציונים שנתקבלו על אותם מדגמים בלי התיקון שלו. תוצאה זאת מצביעה על האפשרות שתיקון מסוג זה עשוי להועיל לא רק לספרי מדע אלא גם לספרי מתימטיקה, ואכן קיין וחבריו (56) הלכו בדרך זו כשניגשו לחיבור נוסחאות למדידת הקריאות של חומר מתימטי.

קנת סמית (82) דוחה את הביקורת על השימוש בנוסחות הקריאות הכלליות לטקסטים מתימטיים. כזכור ערך סמית, יחד עם הדנז, מחקרים על קריאות במתימטיקה בעזרת נוסחת דייל-צ'ול (52, 83). הוא מודה כי שימוש בנוסחות כלליות כרוך בבעיות מיוחדות, אך טוען כי נוסחה המבוססת על הקושי באוצר המילים ועל אורך המשפטים (המעיד גם על מורכבות המשפטים וגם על מורכבות הרעיונות), כגון נוסחת דייל-צ'ול, או נוסחת ספאש, או נוסחות נחשון לעברית, "עשויה להיות בעלת ערך רב יותר לקביעת קושי הקריאה של חומר מתימטי מאשר של חומר בספרות או במדעי החברה."

אין סמית מסביר כיצד אי-הופעתן של מילים מתימטיות נפוצות וידועות לתלמידי מתימטיקה ברשימות מילים קלות, כגון רשימת דייל, או רשימת נחשון, משפיעה לטובה, או כיצד להתייחס לחומר הלא-מילולי בטקסט מתימטי.

במחלוקת בין דעות המחייבים והשוללים, מן הראוי לשים לב לשתי עובדות: -

1. המחייבים (=המשתמשים בנוסחות כלליות לחומר מתימטי) פעלו בשנים 1951 עד 1969, בעוד השוללים (להוציא את צ'ול, 1959) פעלו בשנים 1968 עד 1974, ואולי עוד אחר-כך. האם הלכה כ"אחרונים" לעומת "ראשונים"?

2. השוללים (שוב להוציא את צ'ול) התרכזו מסביב לפרופסור קיין, בעוד המחייבים מייצגים קשת רחבה של חוקרים.

להלן ידובר על שתי נוסחות שפיתחו קיין וחבריו, המיועדות במיוחד למדידת הקריאות של חומר מתימטי. אולי פיתוח נוסחות נוחות, מהימנות, ותקפות כאלה יצליח ליישב את המחלוקת.

## 2.3 השיפוט הסובייקטיבי להערכת הקריאות בלשון המתימטיקה

השיפוט הסובייקטיבי הוא עדיין המכשיר הנפוץ ביותר להערכת של ספרי לימוד בכלל ושל ספרי מתימטיקה בפרט. המורה, המנהל, המפקח, או הרשות החינוכית, בבואם לאשר או לבחור ספר לימוד לתלמידיהם, מסתמכים על שיפוטם הסובייקטיבי האישי, או על שיפוט משותף של חברי ועדה או של צוות. יש לקוות שהמעריכים מתחשבים גם במידת הקריאות של הספרים הנדונים.

לורליין (65) חקרה שיפוט סובייקטיבי כמידה של קושי הקריאה בלשון המתימטיקה. השופטים היו 120 מורי מתימטיקה בבתי-ספר על-יסודיים. המחקר גילה מהימנות גבוהה מאד של שיפוט זה. כן נמצא מתאם של 0.65 בין השיפוט לבין ממוצע ציוני קלוז, ומתאם של 0.70 בין השיפוט לבין ממוצע הציונים במבחן הבנה. לדעת החוקרת, ייתכן שמחקר נוסף יתמוך בשימוש בשיפוט סובייקטיבי להערכת מידת הקריאות של ספרי מתימטיקה במקום השימוש בשיטת קלוז או במבחנים להבנת הנקרא. למרבה הצער, אין היא קובעת מה צריך להיות מספר השופטים המספיק לקבלת תקפות סבירה.

## 2.4 השימוש במבחני הבנה להערכת הקריאות בלשון המתימטיקה

תועלתם של מבחנים להבנת הנקרא אינה צריכה להיות שונה בלשון המתימטיקה מאשר בלשון הרגילה, וכבר עסקנו בכך לעיל (1.2.2, עמוד 9). למרות החסרונות שנמנו שם שימשו מבחני הבנה כקריטריונים חיצוניים לפיתוח נוסחות קריאות רבות. הייטר וקיין (49) מצאו כי המהימנות של מבחני הבנה שהשתמשו בהם במחקרם על דירוג טקסטים מתימטיים לפי קושי הבנתם היתה גבוהה, וכבר הזכרנו בסעיף הקודם את המתאם של 0.65 שמצאה לורליין בין מבחני הבנה לבין שיפוט סובייקטיבי.

## 2.5 השימוש בשיטת קלוז להערכת הקריאות בלשון המתימטיקה

קולמן (21) היה הראשון שהשתמש ב-1965 בשיטת קלוז כקריטריון לפיתוח נוסחת קריאות. שלוש שנים לאחר מכן התחילו הייטר וקיין לחקור את השימוש בשיטה זו כמידה להבנת הנקרא בלשון המתימטיקה (47, 48, 49, 50, 56).

הבעייה הראשונה היא כיצד להתאים את שיטת ההשמטות של הקלוז לטקסט המורכב מתווי-מילים ומתווים מתימטיים. שיטת הקלוז של טיילור (86) בצורתה הכללית לא התייחסה לאופן ההשמטה של תווים מתימטיים. שיטה זו דורשת סדר חד-מימדי, ליניארי, של המילים, בעוד שבטקסט מתימטי ישנו סדר דו-מימדי, חלקו משמאל לימין (בעברית גם מימין לשמאל, מימד נוסף), וחלקו מלמעלה למטה, כגון $\frac{3}{5}$, או אף מלמטה למעלה, כגון $\int_0^1$. שיטת הקלוז, שפותחה בשביל טקסטים בשפה

הטבעית לא הגדירה סדר לאורת כתיבה רב-מימדית כזו. קיין ואחרים (56) קבעו נוהל כזה: -

1. לצורך ההשמטות נחשבים הן תווי-מילים והן תווים מתימטיים; משמיטים כל תו חמישי.

2. במקום התווים המושמטים באים קווים באחד משני אורכים: במקום תו-מלה מושמט בא קו ארוך, ובמקום תו מתימטי מושמט בא תו קצר. כדי להבדיל בין קווי השמטה אלה לבין קווים שהם תווים מתימטיים שלא הושמטו, כגון קווי שבר, מודפסים קווי ההשמטה בצבע אחר.

3. התווים מסודרים לצורך הספירה להשמטות, בהתאם לאופן שבו קוראים אותם בעל-פה. למשל, $\frac{3}{5}$ נקרא "שלושה חלקי חמש", ולכן הסדר יהיה - ראשון: 3; שני: — (קו השבר); שלישי: 5.

חוקרים אלה מצאו כי מבחני קלוז על טקסטים מתימטיים, כשהם ערוכים לפי כללים אלה, יש להם מהימנות גבוהה (0.91 עד 0.97). לדעתם(56) , אין ספק שאורכם של המבחנים בניסוי שלהם, יותר מ-100 השמטות למבחן, תרם רבות למהימנות הגבוהה. כן נמצא מתאם ליניארי של 0.69 בין ציוני קלוז לבין הציונים של מבחני הבנה. לדעת קיין וחבריו (56) מסתברת המסקנה כי מבחני קלוז יכולים לשמש כמנבאים תקפים (valid predictors) לקושי הקריאה של טקסטים מתימטיים המיועדים לכיתות ז - י, או בלשונם: "שיטת הקלוז ניתנת להתאמה ללשון המתימטיקה, אפשר להשתמש בה כמידה של קריאות בלשון זו, והיא עשויה לשמש כקריטריון בפיתוח נוסחות קריאות ללשון המתימטיקה." (56)

## 2.6 נוסחות קריאות ללשון המתימטיקה

אוקרמן (10) הציע שיטה להשגת "ניחוש סביר" (educated guess) להערכת הקריאות של טקסט במקצוע מסויים בשפה האנגלית, לרבות מקצוע המתימטיקה.

א. בחר מתוך הספר הנבדק מספר מדגמים מייצגים, כ-500 מילים למדגם.

ב. חשב את הממוצע של מילים למשפט בכל מדגם (SL), את מספר המשפטים הטפלים בכל מדגם (SC), את מספר המילים בעלות שלוש הברות או יותר בכל מדגם (LW), ואת מספר המילים ה"קשות" בכל מדגם (=מילים העלולות לגרום לקשיים בהבנת הטקסט, לפי רשימה לכל מקצוע לחוד) (IM).

ג. "רמת הקריאות" (RL) של כל קטע תיחשב לפי הנוסחה:

$$RL = SL + 3SC + LW + 5IM$$

רשימת המילים הקשות המתימטיות של אוקרמן כוללת 130 מילים. אין המחבר מתאר איך הורכבה הרשימה, ואין הוא מתייחס לסמלים מתימטיים המופיעים במדגם.

אם אכן קיימת רשימה של מילים מתימטיות קשות, שמא מוטב לפעול לפי הצעת בראון בראון (15) ולהשתמש בנוסחת דייל-צ'ול (26), תוך הוספת המילים המתימטיות הקשות למילים שמחוץ לרשימת דייל (25) לשם חישוב אחוז המילים הקשות, המשמש כאחד המשתנים בנוסחה זו. מסתבר כי קל יותר להשתמש בנוסחת דייל-צ'ול המתוקנת באופן זה מאשר בהצעת אוקרמן, שבה יש למנות חמישה יסודות (מילים,

משפטים, משפטים טפלים, מילים "ארוכות", ומילים "קשות"), לעומת שלושה יסודות בלבד שיש למנות בשביל נוסחת דייל-צ'ול (מילים, משפטים, מילים "קשות"). העידות שייגרם לתוצאות שיתקבלו מנוסחת דייל-צ'ול המתוקנת לא ימנע קבלת "ניחוש סביר" (לפחות), והרי גם אוקרמן איננו טוען אלא למעמד של "ניחוש סביר" לנוסחתו, שהיא פחות נוחה.

2.6.1 נוסחות קיין-ברן-הייטר למדידת קריאות בלשון המתימטיקה

כבר הזכרנו את ביקורתו של קיין על השימוש בנוסחות קריאות שפותחו ונועדו ללשון הרגילה לשם מדידת הקריאות בלשון המתימטיקה. בעקבות ביקורת זו ניגשו קיין ותלמידותיו ברן והייטר לפיתוח נוסחות קריאות שיתאימו לאופי המיוחד של לשון המתימטיקה. על פיתוח זה הם מדווחים בספרם (56). נראה שתרומתה העיקרית של הייטר היתה החקירה שאישרה כי שיטת הקלוז מתאימה להיות קריטריון חיצוני לנוסחה (47, 48, 49, 50), בעוד ברן הכינה רשימות של מידות ההיכרות של תלמידים את המילים והסמלים המתימטיים (16, 17).

2.6.1.1 רשימות מונחים וסמלים מתימטיים ידועים

להכנת הרשימות של מונחים וסמלים התחילה ברן בסקירת שישים ספרי לימוד לכיתות ד - יב. היא ליקטה מתוכם את כל המילים והסמלים המתימטיים המופיעים בהם. המונחים כללו הן מילים יחידות, והן צירופי מילים, כגון "ערך מוחלט", "מכנה משותף גדול ביותר", "חוק הקיבוץ", "מדד מרכזי". מונח שיש לו יותר ממשמעות אחת במתימטיקה נחשב מספר פעמים כמספר משמעויותיו השונות. כך למשל מופיעים "מעלה (של זווית)", "מעלה (של קשת)", "מעלה (של משוואה)", "מעלה (של פולינום)", "מעלה (של איבר)". הוא הדין לגבי סמלים. למשל, קו אופקי מקבל משמעויות כגון 3 - 5, $\overline{AB}$, $\frac{1}{3}$, x-, ועוד. בדרך זו נאספו 1165 מונחים מתימטיים ו-153 סמלים מתימטיים.

מידת ההיכרות של מונח מתימטי או של סמל מתימטי נקבעה בעזרת תשובות של תלמידים בכיתות ז - ח. הוכנו רשימות שונות, כל אחת של 100 מונחים מתוך 1165 המונחים, ורשימות אחרות, כל אחת של 18 *) סמלים מתוך 153 הסמלים, בשיטת אקראי. 350 תלמידים מכיתות ז - ח נבחרו כמדגם המייצג את כל אוכלוסית כיתות אלה בארצות-הברית, כנראה בשיטת האשכולות, לפי האיזור הגיאוגרפי, גודל בית הספר, סוג בית הספר (פרטי או ציבורי), וסוג היישוב (עירוני או כפרי). כל נבחן קיבל אחת הרשימות, באופן שכל אחד מבין המילים והסמלים הגיע למדגם אקראי של נבחנים. הנבחנים התבקשו לסמן "מכיר" ליד כל מלה אם הוא זוכר את הגדרתה, או יכול לתת דוגמה, או יכול להסביר אותה במילים שלו. הנבחנים לא נדרשו להוכיח את ידיעתם, לאחר שמחקר קודם הראה קשר משמעותי בין השיפוט העצמי של תלמידים לגבי אילו מונחים ידועים להם לבין התוצאות של מבחן על

*) ישנה סתירה בין הדיווח ב-(56), שם נתון 18, לבין הדיווח ב-(16), שם נתון 36. עבודת הדוקטור המקורית של ברן לא עמדה לרשותי.

ידיעת מונחים שניתן לאותם התלמידים. נוסף לכך כללה כל רשימת מונחים שלושה מונחי הבל, כלומר מילים הנראות כאילו הן מונחים מתימטיים אך אין להן כל משמעות (platipode, unicentur , laticular). כ-2% של הנבחנים סימנו אחד ממונחי ההבל האלה, או יותר, כ"מוכרים", אם משום שלא קראו אותו נכון, אם מתוך בלבול או חוסר בטחון, אם כדי לעשות רושם, ואם משום שלא התייחסו לשאלון ברצינות. תהיה הסיבה מה שתהיה, לדעת קיין וחבריו, העובדה שרק 2% ענו כך מעידה כי אין מקום לדאגה רצינית בגלל עיוותים שנגרמו לתוצאות על-ידי הנבחנים.

ההוראות שניתנו לנבחנים ברשימות הסמלים היו שונות במקצת. הנבחן התבקש לסמן "מכיר" ליד כל סמל הידוע לו, וגם לכתוב משהו על הסמל, כגון כיצד קוראים אותו, או מה פירושו, או הסבר כלשהו. כל תשובה צוינה כמתקבלת או בלתי-מתקבלת. באמצעות תשובות תלמידים הושגו "ציוני היכרות" לכל מונח ולכל סמל. אם למשל 200 נבחנים נשאלו על מונח מסויים, ואם 180 ענו "מכיר", הרי נקבע למונח זה ציון היכרות של 90%. כך דורגו כל המונחים והסמלים שהופיעו בשישים ספרי הלימוד שנסקרו, ומיינו לרווחים של עשרה אחוזים. 79 מונחים ושבעה סמלים קיבלו ציון היכרות מ-90% ומעלה, 88 מונחים וששה סמלים -מ80% עד 90%, 118 מונחים ושמונה סמלים - מ-70% עד 80%, 95 מונחים וחמישה סמלים - מ-60% עד 70%, 107 מונחים וארבעה סמלים - מ-50% עד 60%, 177 מונחים ו-11 סמלים - מ40% עד 50%, 137 מונחים ו-16 סמלים - מ-30% עד 40%, 136 מונחים ושבעה סמלים - מ-20% עד 30%, 146 מונחים ו-17 סמלים - מ-10% עד 20%, 142 מונחים ו-72 סמלים קיבלו ציון היכרות עד 10%. בולט המספר היחסי הרב של סמלים פחות מוכרים, לעומת מספר המונחים הפחות מוכרים. אולי יש למצוא הסבר לכך בהבדל בין ההוראות לנבחנים לגבי הסמלים, שדרשו הסבר כלשהו, לבין ההוראות לגבי המונחים, שלא דרשו אלא הצהרה "מכיר".

2.6.1.2 <u>בחירת קריטריון חיצוני</u>

החוקרים ראו קשיים רציניים בשימוש במבחני הבנת הנקרא כקריטריון חיצוני. "מה אם קושי הקריאה של המבחן חמור יותר מזה של הקטע הנבדק? ומה אם שאלות המבחן דורשות היסקים שרק בעלי יכולת שכלית יותר גבוהה מסוגלים להסיק? ומה אם שאלות המבחן נוטות להתרכז בחלקים מסויימים של הטקסט? בקיצור, אם נגדיר את קושי הקריאה של טקסט כציון ממוצע במבחן הבנה, אפשר יהיה לשנות אותו על-ידי שינוי בפריטי המבחן, מבלי לשנות את הטקסט עצמו." (56)

בגלל ספקות אלה בדקו קיין והייטר (56, 49, 48) את האפשרות להשתמש בשיטת הקלוז כקריטריון, ומצאו אותה מתאימה ללשון המתימטיקה, כפי שדיווחנו לעיל (2.5, עמודים 30-31).

כדי לאשר את תקפות השימוש בשיטת הקלוז למדידת קריאות בלשון המתימטיקה, ואת עדיפותה כקריטריון חיצוני על-גבי הציונים של מבחני הבנה, נבחרו 22 קטעים מתימטיים, כ-600 תווים כל אחד, מתוך ספרי לימוד וחומר העשרה המיועדים לכיתות ו - יא. כ-2400 תלמידים מכיתות ז - י עברו מבחני קלוז של מאה השמטות ומבחני הבנה על אותם הקטעים. הממצאים אישרו הן את המהימנות והן את התקפות

של שיטת הקלוז ואת עדיפותה על מבחני ההבנה.

2.6.1.3 פיתוח הנוסחות

כדי לפתח נוסחות קריאות המתאימות ללשון המתימטיקה, נבחרו 70 קטעים, כ-400 תווים כל אחד, מתוך ספרי לימוד וחומר העשרה לכיתות ו - י (מרביתם לכיתות ז - ט). 3000 תלמידים מכיתות ז - ט עברו מבחני קלוז של 75 השמטות על קטעים אלה. כך נתקבלו ציוני קלוז ל-70 קטעים אלה.

עתה הוגדרו 95 משתנים, שלפי התיאוריה עשויים להשפיע על הקריאות של קטעים מתימטיים. הקטעים שבשבילם נתקבלו ציוני קלוז, כפי שתואר לעיל, נחקרו לגבי כל משתנה כזה, ונבחרו המשתנים שהיו להם מתאמים גבוהים עם ציוני הקלוז ומתאמים נמוכים עם שאר המשתנים. המשתנים שנבחרו כך נותחו בניתוח רגרסיה, והורכבו מהם שתי נוסחות.

נוסחה א

ציון קלוז מנובא = 61.88 + 0.53y - 0.23x

כאשר x הוא מספר המילים המתימטיות שאינן מופיעות ברשימת המילים הידועות ל-80% של התלמידים או יותר;

y הוא מספר המילים השונות בעלות שלוש הברות או יותר.

כמידת קריטריון שימשו ציוני הקלוז במבחן של 100 השמטות שתואר לעיל. לנוסחה זו נמצא $R^2$ של 0.60, כלומר היא מסבירה 60% של השונות בקושי הקריאה של ספרי מתימטיקה המיועדים לכיתות ו - יא, אך המחברים (56) מודים ומזהירים כי יש להניח כי $R^2$ זה הוא "מנופח", משום שבפיתוח נוסחה א השתמשו ב-22 קטעים בלבד.

נוסחה ב

ציון קלוז מנובא = 35.52 + 0.17D - 0.42C + 0.10B - 0.15A

כאשר A הוא מספר המילים שאינן מופיעות לא ברשימת דייל ולא ברשימת 80% של מונחים מתימטיים ידועים;

B הוא מספר המעברים בטקסט מתו-מלה לתו מתימטי או להיפך;

C הוא מספר המילים המתימטיות השונות שאינן מופיעות ברשימת 80%, נוסף למספר הסמלים המתימטיים שאינם מופיעים ברשימת 90%;

D הוא מספר סימני השאלה.

כמידת קריטריון שימשו ציוני הקלוז במבחן של 75 השמטות שתואר לעיל. לנוסחה ב נמצא $R^2$ של 0.32, כלומר היא מסבירה 32% של השונות בקושי הקריאה של ספרי מתימטיקה המיועדים לכיתות ו - י. המחברים טוענים (56): "ניבוי זה אינו נראה גבוה כשלעצמו, אך השיטות אשר שימשו בפיתוח הנוסחה מבטיחות כי עצמת הניבוי של הנוסחה משוחררת מעיוות מהותי. אולי אין להתפלא על כך שהמשתנים של סגנון הכתיבה שנלקחו בחשבון אינם מסבירים אלא כ-30% של קשיי הבנת החומר. ישנם היבטים אחרים של כתיבה מתימטית האחראים לחלק גדול

של הקשיים בהבנתה." בין ההיבטים האחרים אפשר למנות את הדמיון בין שני סמלים שונים, את המורכבות של נוסחות מסויימות, את הבהירות של הצגת המושגים, ועוד.

2.6.1.4 <u>אינטרפריטציה ושימושיות של נוסחות קיין-ברן-הייטר</u>

המחברים נותנים הוראות מפורטות לאופן בחירת המדגמים ולדרך חישוב הציונים (56), אך אין כאן המקום לעסוק בכך. נביא רק מספר הערות כיצד יש יש לפרש ציונים המתקבלים מנוסחות אלה, וכיצד להשתמש בהן.

ציון קיין-ברן-הייטר הוא ציון קלוז מנובא, וכשם שציון קלוז מדרג ומשווה בין קושי הקריאה של קטעים שונים ואינו קובע את רמת הכיתה או הגיל שלהם מתאים החומר, כך גם שתי נוסחות אלה. "בשלב זה של המחקר," כותבים המחברים, "אפשר לפרש נוסחה ב *[illegible]* והוא הדין לנוסחה א' באופן יחסי. כלומר, אין אנו יכולים לומר כי ספר שהציון הממוצע שלו לקריאות מנובאת הוא 52.68 יתאים לרמת כיתה מסויימת.... ציון גבוה יותר לקריאות מנובאת מציין ספר או מאמר שקל יותר לקרוא אותו."

אי-אפשר להשוות במישרין ציונים שהתקבלו מנוסחה א עם ציונים שהתקבלו מנוסחה ב בגלל הקריטריונים השונים של שתי הנוסחות. הקריטריון של נוסחה א היה מבחן קלוז של 100 השמטות, ועל כן נבחן היודע להשלים 50% של ההשמטות יקבל ציון 50, אך אותו נבחן יקבל 37.5 לפי נוסחה ב, המבוססת על מבחן קלוז של 75 השמטות.

נוסחה א נוחה יותר לשימוש, והמחברים ממליצים על השימוש בה כשרוצים לקבל השוואה מהירה וגסה של רמות הקריאות של שני טקסטים (או יותר), בעוד שנוסחה ב מתאימה יותר לחקירה מקיפה יותר של השוואת הקריאות של טקסטים.

בין שמשתמשים בנוסחה א בין בנוסחה ב, אין לפרש את התוצאות המתקבלות כהערכה שלמה של הקריאות. ציוני קיין-ברן-הייטר מעניקות מידה אובייקטיבית של הקריאות של טקסטים מתימטיים, היכולה לשפר ולהשלים הערכות אחרות, סוב-יקטיביות, כגון שיפוט על העניין, הפורמט, סוגי הנושאים הנדונים, וכיוצא בזה.

## פרק 3: דירוג לפי שיטות שונות של הקריאות של קטעים מספרי מתימטיקה

### 3.1 מטרת המחקר

בפרקים הקודמים ראינו כי בספרות נידונות ארבע שיטות למדידת קריאות: -

א. נוסחות קריאות

ב. שיפוט סובייקטיבי

ג. מבחני הבנת הנקרא

ד. שיטת הקלוז

מטרתנו במחקר זה תהיה לדרג לפי ארבע שיטות אלה את קריאותם של ארבעה קטעים הלקוחים שניים-שניים משני ספרי לימוד למתימטיקה לכיתה ז, המאושרים על-ידי משרד החינוך והתרבות, ולהשוות באיזו מידה עורכות השיטות השונות את הקטעים באותו דירוג.

### 3.2 בחירת הקטעים להערכת הקריאות

חבעיה הראשונה היא למצוא קטעים בשני הספרים העונים לדרישות הבאות:

א. הקטעים המקבילים דנים באותו נושא ומבקשים להקנות אותם מושגים.

ב. ארבעת הקטעים הם בערך באותו אורך (דהיינו, יש להם בערך אותו מספר של מילים).

למחקר זה בחרנו שני קטעים מתוך הספר אלגברה לשנת הלימודים השביעית, מאת פרופסור מיכאל משלר (4) ושני קטעים מתוך הספר פרקי מתימטיקה, ספר שני, שהוצא על-ידי המחלקה להוראת המדעים של מכון וייצמן למדע (3). להבא נסמן באות א את הקטעים הלקוחים מאלגברה לשנת הלימודים השביעית, ובאות מ את הקטעים הלקוחים מפרקי מתימטיקה.

בהתאם לדרישות שדרשנו לעיל נבחרו קטעים על הנושאים הבאים:

א. הנושא "קבוצות", שיסומן להלן באות ק. נושא זה כולל, בשני הקטעים המקבילים, את המושגים קבוצה, קבוצות סופיות ואינסופיות, איבר של קבוצה, שוויון בין קבוצות, ואת הסימונים $\{\}$, $\in$, $\notin$.

ב. הנושא "פסוקים ותבניות-פסוק", שיסומן להלן באות פ. נושא זה כולל את המושגים פסוק, פסוק-אמת (או פסוק אמיתי) ופסוק-שקר (או פסוק שקרי), תבנית-פסוק.

כך עומדים למדידת הקריאות ולהשוואה ארבעת הקטעים הבאים:

1. קטע על קבוצות מתוך הספר א. אורכו 444 מילים (לרבות סמלים מתימטיים). קטע זה יסומן להלן אק.

2. קטע על פסוקים ותבניות-פסוק מתוך הספר א. אורכו 456 מילים (לרבות סמלים מתימטיים). קטע זה יסומן להלן אפ.

3. קטע על קבוצות מתוך הספר מ. אורכו 440 מילים (לרבות סמלים מתימטיים). קטע זה יסומן להלן מק.

4. קטע על פסוקים ותבניות-פסוק מתוך הספר מ. אורכו 441 מילים (לרבות סמלים מתימטיים). קטע זה יסומן להלן מפ.

במניין המילים נכללו סמלים מתימטיים, אך הושמטו כותרות.

3.3 מערך הניסוי

לצורך השוואת מידות שונות של קריאות הוחלט להפעיל על ארבעת הקטעים האלה את המדידות דלהלן:

א. מדידה לפי נוסחת נחשון הקצרה (ראה לעיל, 1.3.4.6, עמוד 17).

ב. שיפוט סובייקטיבי על-ידי קבוצת מורים.

ג. מבחן קלוז על-ידי קבוצת תלמידים בכיתה ז של בית הספר היסודי.

ד. מבחן הבנת הנקרא על-ידי אותה קבוצת תלמידים.

3.3.1 מדידת הקריאות בעזרת נוסחת נחשון הקצרה

3.3.1.1 בדיקה לפי נוסחה, שלב א

נוסחת נחשון הקצרה מודדת את דרגת הקריאות (ד"ק) של טקסט:

$$\text{ד"ק} = 0.236x_1 + 0.133x_2 - 2.505$$

כאשר $x_1$ הוא אחוז המילים השונות שאינן מופיעות ברשימת נחשון של 900 המילים העבריות הקלות (5, 7); $x_2$ הוא המספר הממוצע של מילים למשפט.

נוסחה זו הופעלה על ארבעת הקטעים לפי ההוראות המקוריות של נחשון (7), תוך התעלמות מכותרות ומסמלים מתימטיים שאינם מייצגים מספרים. לצורך חישוב אחוז המילים הקשות לא נלקחו בחשבון שמות פרטיים.

3.3.1.2 תוצאות הבדיקה לפי הנוסחה, שלב א

בטבלה 1 נתונות התוצאות של בדיקה זו. יש לזכור כי בספירת המילים הקשות נחשבת כל מלה קשה פעם אחת, גם אם היא מופיעה יותר פעמים, וזאת לפי הוראות נחשון. ככל שדרגת הקריאות נמוכה יותר, הקטע נחשב קריא יותר.

Table 1 טבלה 1

דרגות קריאות (ד"ק) לפי הנוסחה הקצרה של נחשון

Readability Grades (RG) By Short Nahshon Formula

| קטע Text | אק AK | אפ AP | מק MK | מפ MP | אק + אפ AK + AP | מק + מפ MK + MP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ד"ק RG | 3.10 | 3.92 | 2.06 | 1.31 | 3.25 | 1.34 |
| דירוג Rank | 3 | 4 | 2 | 1 | | |

נמצא כי הקטע הקריא ביותר לפי מדידה זו הוא מפ, אחריו מק, אחריו אק, ואחרון אפ. דירוג זה נראה מובהק. כמו-כן נראה כי לפי מדידה זו הקטעים הלקוחים מן הספר מ קריאים יותר מן הקטעים הלקוחים מן הספר א, והנושא ק נראה קריא יותר מן הנושא פ.

נוסחת נחשון אמורה לנבא את רמת הכיתה הדרושה להבנת הטקסט הנבדק, אך בממצאים שהובאו כאן מפתיעות דרגות הקריאות הנמוכות שנתקבלו. הקטעים שנבדקו מיועדים לסוף כיתה ז, והיינו מצפים לדרגות קריאות בין 7 ל-8. דרגות הקריאות שנתקבלו כאן מתאימות לכיתות א עד ג. אמנם ייתכן שיש לפרש כי אם אין מתחשבים בסמלים המתימטיים שבקטע, הטקסט המילולי עצמו הוא אכן ברמת קריאות של כיתות נמוכות, אך קביעה זו איננה ניתנת לבדיקה של תקפות הממצא, שהרי קטעים מתימטיים כאלה כמעט חסרי משמעות ללא הסימול המתימטי.

כדי למצוא מודד יותר טוב בעזרת הנוסחה הוחלט על הרחבת מערך הניסוי ועל בדיקת הקריאות של הקטעים תוך התחשבות גם בסמלים המתימטיים.

3.3.1.3 <u>בדיקה לפי נוסחה, שלב ב</u>

דרגת הקריאות של ארבעת הקטעים נמדדה שנית בעזרת נוסחת נחשון הקצרה, והפעם נספרו גם הסמלים המתימטיים המופיעים בקטעים. כל הסמלים, פרט לסמלים מספריים שהמילים המתאימות להם מופיעות ברשימת נחשון של מילים קלות, נחשבו כמילים קשות.

3.3.1.4 <u>תוצאות הבדיקה לפי נוסחה, שלב ב</u>

התוצאות של שלב זה מסוכמות בטבלה 2.

<u>Table 2</u> <u>טבלה 2</u>

דרגות קריאות (ד"ק) לפי נוסחת נחשון הקצרה בהתחשב בסמלים מתימטיים כמילים קשות

Nahshon Readability Grades (RG) Counting Mathematical Symbols As Hard Words

| קטע Text | אק AK | אפ AP | מק MK | מפ MP | אק + אפ AK + AP | מק + מפ MK + MP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ד"ק RG | 3.11 | 4.14 | 2.21 | 1.48 | 3.33 | 1.50 |
| דירוג Rank | 3 | 4 | 2 | 1 | | |

מתברר כי הדירוג של קריאות הקטעים נשמר. דרגות הקריאות עלו, אך לא בהרבה. ספק אם ההפרשים בין שתי המדידות משמעותיים. קיבלנו שוב שהקטעים שנבדקו ניתנים להבנה על-ידי תלמידי כיתות א עד ד. נראה כי בקטעים האלה, מספר הסמלים המתימטיים השונים הוא כל כך קטן, עד שאין להם השפעה ניכרת על דרגות הקריאות.

הוחלט איפוא על הרחבה נוספת של מערך הניסוי.

### 3.3.1.5 בדיקה לפי נוסחה, שלב ג

קנת סמית (82) ביקש להשתמש בנוסחת ספאש (84), המיועדת לגיל צעיר, למדידת הקריאות של ספרי לימוד למתימטיקה לכיתות א - ג. נוסחת ספאש דומה במבנה שלה לנוסחת נחשון הקצרה. גם בנוסחת ספאש אחד המדדים הוא מספר המילים הקשות השונות, כאשר כל מלה קשה נמנית פעם אחת גם אם היא מופיעה בטקסט הנבדק פעמים אחדות. סמית היה בדעה כי לצורך מדידת טקסט מתימטי בעזרת נוסחת ספאש, יש למנות כל הופעה של מלה קשה, משום שבחומר מתימטי, שהוא תמציתי יותר מפרוזה רגילה, עלולה מלה קשה לגרום לקשיים בהבנה בכל פעם שהיא חוזרת ומופיעה. סמית קיבל את הסכמתו של פרופסור ספאש לתיקון זה בנוסחתו, לשם מדידת הקריאות של טקסט מתימטי.

אף-על-פי שנוסחת ספאש מיועדת לבדיקת הקריאות של טקסטים לכיתות נמוכות, נראה טיעונו של סמית מוצדק גם למקרה שלפנינו. על כן הוחלט ללכת בעקבותיו ולהשתמש בנוסחת נחשון הקצרה תוך מניית כל הופעה של מלה קשה, לרבות סמלים מתימטיים, כמספר הפעמים שכל מלה קשה מופיעה.

### 3.3.1.6 תוצאות הבדיקה לפי נוסחה, שלב ג

בטבלה 3 מובאות תוצאות הבדיקה של ארבעת הקטעים בעזרת נוסחת נחשון הקצרה, כאשר נמנו כל ההופעות של מילים קשות וסמלים מתימטיים, גם אם הם חוזרים פעמים אחדות.

Table 3 — טבלה 3

דרגות קריאות (ד"ק) לפי נוסחת נחשון הקצרה
כשמונים כל הופעה של מילים קשות, לרבות סמלים מתימטיים

Nahshon Readability Grades (RG),
Counting Every Appearance of Hard Words, Including Mathematical Symbols

| קטע | אק | אפ | מק | מפ | אק + אפ | מק + מפ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Text | AK | AP | MK | MP | AK + AP | MK + MP |
| ד"ק RG | 7.54 | 8.61 | 7.15 | 6.62 | 8.07 | 6.87 |
| דירוג Rank | 3 | 4 | 2 | 1 | | |

גם באופן זה של השימוש בנוסחה נשמר הדירוג, אך דרגות הקריאות עלו לסביבת כיתה ז, ואכן הספרים שמהם נלקחו הקטעים שנבדקו מיועדים לרמה זאת.

לשם בדיקת עקביות הדירוג בשלושת אופני השימוש בנוסחת נחשון, חושבו מתאמי פירסון ביניהם. נמצא מתאם של 0.997 בין האופן הראשון של השימוש בנוסחת נחשון הקצרה (ללא סמלים מתימטיים, ותוך ספירת מילים קשות שונות) לבין האופן השני (בהתחשב גם בסמלים מתימטיים, ותוך ספירת מילים קשות שונות).

המתאם בין האופן הראשון לבין האופן השלישי (בהתחשב בסמלים מתימטיים, ותוך ספירת כל הופעה של מלה קשה) הוא 0.969, והמתאם בין האופן השני והשלישי הוא 0.985. נוכל איפוא להסיק כי בשלושת אופני המדידה נמדדה אותה תכונה של הקטעים, והיתה עקבירות מלאה בכל אחד מן הדירוגים. מכיון שכך, הוחלט לאמץ את האופן השלישי, ובפרט שאופן זה נתן דרגות קריאות המתאימות לרמת הכיתה שלה מיועדים הספרים.

עם זאת, חוזקה ההשערה של סמית שמלה קשה או סמל מתימטי גורמים לקושי בהבנת הטקסט, כפי שהוא נמדד בעזרת נוסחה כגון נוסחת נחשון, בכל פעם שהם מופיעים בטקסט. נראה כי אסור להניח שלאחר שהתלמיד נתקל במלה קשה פעם אחת, לא תוסיף הופעה נוספת של המלה קשיים נוספים. אולי יש ללמוד מכך, במציאות בכיתה, כי אל לו למורה לחזור על מונח חדש או קשה תוך הנחה שהשימוש החוזר סופו שיגרום להבנה, אלא יש להבהיר ולהסביר את משמעותם של מילים וסמלים. רק לאחר מכן יוכל שימוש חוזר לחזק את ההבנה.

3.3.1.7 <u>סיכום של מדידת קריאות בעזרת נוסחת נחשון הקצרה</u>

השתמשנו בנוסחת נחשון הקצרה לדירוג ארבעת הקטעים בשלושה אופנים שונים:

1. תחילה מנינו את מספר המילים הקשות <u>השונות</u> והתעלמנו מסמלים מתימטיים (להוציא סמלים מספריים) ומהופעה חוזרת של המילים הקשות.

2. בשלב שני, חזרנו ומנינו את מספר המילים הקשות <u>השונות</u>, אך התחשבנו גם בסמלים מתימטיים כמילים קשות. גם עתה התחשבנו רק בהופעה הראשונה של מלה קשה או של סמל מתימטי.

3. לבסוף התחשבנו <u>בכל</u> ההופעות של מילים קשות, לרבות סמלים מתימטיים.

בכל האופנים האלה נמצא שהדירוג בין הקטעים, מן הקל אל הקשה, היה - מפ, מק, אק, אפ. בכל האופנים האלה נמצאו הקטעים מן הספר מ קריאים יותר מן הקטעים מן הספר מ. (אין להסיק מכך כי ספר מ בכללותו קריא יותר מספר א, כי שני הקטעים שנבחרו מכל ספר אינם מספיקים ואינם מייצגים.)

ההתחשבות בסמלים מתימטיים העלתה את דרגות הקריאות בצורה בלתי משמעותית, בעוד שמניית <u>כל</u> המילים הקשות במקום המילים הקשות <u>השונות</u> העלתה את הציונים ב-4.5 עד 5 דרגות, בקירוב.

נמצאו מתאמים גבוהים מאד בין שלושת אופני השימוש בנוסחה. להלן נתחשב באופן השימוש השלישי בלבד.

3.3.2 <u>מדידת הקריאות בעזרת שיפוט סובייקטיבי</u>

3.3.2.1 <u>הרכב קבוצת השופטים</u>

שנים-עשר מורים למתימטיקה נתבקשו להעריך את מידת קושי הקריאה של ארבעת הקטעים. כדי למעט אפשרות של דעות קדומות לגבי הספרים, נכללו בין השופטים רק מורים שלא לימדו בעזרת אחד משני הספרים שמהם נלקחו הקטעים הנבדקים, או שלא זיהו את התצלומים של הקטעים שהוגשו להם.

מבחינת הוותק בהוראה ומבחינת הכיתות שבהן עיקר נסיונם בהוראה, מתחלקים השופטים לפי מה שמובא בטבלה 4.

Table 4

Composition of Judgment Team

טבלה 4

הרכב קבוצת השופטים

| סה"כ Total | כיתות ט ומעלה Grade 9 Up | כיתות ז-ח Grades 7-8 | כיתות ה-ו Grades 5-6 | נסיון Experience / ותק Seniority |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 1 | 1 | עד 10 שנים To 10 Years |
| 5 | 1 | 3 | 1 | 11-20 שנים 11-20 Years |
| 5 | 0 | 2 | 3 | מעל 20 שנה Over 20 Years |
| 12 | 1 | 6 | 5 | סה"כ Total |

3.3.2.2 בדיקה לפי שיפוט, שלב א (הערכה כללית)

הוחלט לחלק את הבדיקה לפי שיפוט סובייקטיבי לשני שלבים, שלב של התרשמות כללית ושלב של שאלות לגבי היבטים מפורטים. בצורה זאת ניתן לבדוק באיזו מידה מושפעת ההערכה הכללית מגורמים ספיציפיים הבאים לביטוי בשאלות המפורטות.

השאלות הוצגו לשופטים לפי המתואר להלן.

1. שמונה מבין השופטים רואיינו בשלב א במשותף. ארבעת הנותרים רואיינו כל אחד בנפרד.

2. דברי ההסבר שניתנו לשופטים מובאים בנספח ה, עמוד 73. לקבוצת שמונת השופטים שרואיינו ביחד הוקראו דברי ההסבר. השופטים שרואיינו אישית קיבלו את דברי ההסבר בכתב ונתבקשו לקוראם לפני שנגשו לשיפוט.

3. לאחר שהשופט קרא או שמע את דברי ההסבר, הוקראה לפניו השאלה הבאה:

"לפי התרשמותך והערכתך הכלליות, מבלי לשים לב לפרטים או לתכונות מסויימות, באיזו מידה ימצא תלמיד מצוי בכיתה ז תקינה את הקטע שלפניך נוח לקריאה וקל להבנה?"

לכל שופט נמסר תצלום של אחד הקטעים הנבדקים. סדר הצגת הקטעים נקבע בעזרת מספרי אקראי, לכל שופט בנפרד. השופט נתבקש לקרוא את הקטע שקיבל ולהביע את דעתו לפי הסולם

1 - קל מאד / 2 - די קל / 3 - בינוני / 4 - די קשה / 5 - קשה מאד.

התשובות נרשמו בידי החוקר.

4. לאחר שהשופט קרא ומסר את הערכתו לחוקר, הוא קיבל קטע אחר ונתבקש לענות על אותה השאלה. כך לארבעת הקטעים.

5. בסיכום הסטטיסטי חושבו הממוצעים האריתמטיים של תשובות השופטים, כאשר התשובה "קל מאד" קיבלה ציון 1, ... , "קשה מאד" את הציון 5.

3.3.2.3 <u>תוצאות הבדיקה לפי שיפוט, שלב א (הערכה כללית)</u>

התוצאות של הערכתם הכללית של 12 שופטים מובאים בטבלה 5.

<u>Table 5</u> <u>טבלה 5</u>

הערכה כללית של 12 שופטים

Overall Judgment by 12 Judges

| MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק | |
|---|---|---|---|---|
| 2.25 | 2.33 | 3.42 | 3.00 | Mean ממוצע |
| 1.09 | 0.89 | 0.67 | 0.74 | Stan.Dev. סטיית תקן |
| 1 | 2 | 4 | 3 | Rank דירוג |

ההבדל בין הציונים הממוצעים של שני הקטעים מתוך הספר מ (מק ו-מפ) הוא קטן יחסית. הדירוג הוא אותו הדירוג שנמצא על-ידי ציוני נחשון: הקטע הקריא ביותר לפי ההערכה הכללית הוא מפ, אחריו מק, שלישי אק, וקשה ביותר אפ. גם לפי ההערכה הכללית של 12 שופטים, הקטעים מן הספר מ נחשבים קריאים יותר מן הקטעים מן הספר א.

3.3.2.4 <u>בדיקה לפי שיפוט, שלב ב (שאלות ספיציפיות)</u>

לשמונה מהרך 12 המורים שהשתתפו בהערכה הכללית הוצגו גם חמש שאלות על היבטים ספיציפיים של קריאות הקטעים הנבדקים. מטעמים טכניים לא יכלו ארבעת האחרים להתפנות לראיון נוסף כדי לחוות דעתם על שאלות אלה. ארבעה מבין שמונה המרואיינים בשלב ב ענו על השאלות הספיציפיות באותו מעמד שבו נתנו את הערכתם הכללית. כל שמונת השופטים ענו על שלב ב בראיונות אישיים.

לכל שופט נמסר שוב אחד הקטעים. גם הפעם נקבע סדר הצגת הקטעים לכל שופט בעזרת לוח מספרי אקראי. לשופט הוצגו, בזו אחר זו, חמש השאלות על היבטים ספיציפיים של הקריאות. השופט נתבקש לענות על כל שאלה לפני שהוצגה לו השאלה הבאה. התשובות נתבקשו לפי סולם של חמש דרגות. כל תשובה נרשמה על-ידי החוקר. נוסח השאלות מובא בנספח ה, עמוד 73.

בסיכום הסטטיסטי חושבו הממוצעים האריתמטיים של תשובות השופטים, כאשר התשובה "קל מאד" (או תשובה שקולה לה) קיבלה ציון 1, ... , והתשובה "קשה מאד" (או תשובה שקולה לה) קיבלה ציון 5.

### 3.3.2.5 תוצאות הבדיקה לפי שיפוט, שלב ב (שאלות ספיציפיות)

סיכום התוצאות של תשובות השופטים לשאלות הספיציפיות מובא בטבלה 6, לשם השוואה מובאים בטבלה זאת, בנוסף לממוצע של ההערכה הכללית של 12 השופטים גם הממוצע של ההערכה הכללית של אותם שמונה השופטים שהשתתפו גם בשלב ב.

Table 6 — טבלה 6

סיכום תשובות השופטים להערכה הכללית ולחמש שאלות ספיציפיות

Summary of Overall Judgment and Judgment By Five Specific Questions

| MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.25 | 2.33 | 3.42 | 3.00 | Mean ממוצע | הערכה כללית - 12 |
| 1.09 | 0.89 | 0.67 | 0.74 | S.D. סט' תקן | |
| 1 | 2 | 4 | 3 | Rank דירוג | Overall Judgment - 12 |
| 2.50 | 2.62 | 3,50 | 2.75 | Mean ממוצע | הערכה כללית - 8 |
| 0.93 | 0,92 | 0.76 | 0.71 | S.D. ס"ת | |
| 1 | 2 | 4 | 3 | Rank דירוג | Overall Judgment - 8 |
| 2.00 | 1.75 | 2.38 | 2.12 | Mean ממוצע | שאלה 1 Question 1 |
| 1.20 | 0.71 | 1.41 | 0.99 | S.D. ס"ת | מילים קשות |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Rank דירוג | Hard Words |
| 2.00 | 1.88 | 3.38 | 2.75 | Mean ממוצע | שאלה 2 Question 2 |
| 0.76 | 0.64 | 1.41 | 1.16 | S.D. ס"ת | משפטים מורכבים |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Rank דירוג | Complicated Sentences |
| 1.75 | 1.88 | 2.88 | 2.50 | Mean ממוצע | שאלה 3 Question 3 |
| 0.71 | 0.99 | 1.13 | 0.53 | S.D. ס"ת | הסבר ברור |
| 1 | 2 | 4 | 3 | Rank דירוג | Clear Explanations |
| 1.88 | 1.62 | 2.25 | 2.12 | Mean ממוצע | שאלה 4 Question 4 |
| 0.99 | 0.52 | 1.28 | 0.64 | S.D. ס"ת | תרומת הדוגמאות |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Rank דירוג | Helpfulness of Examples |
| 2.25 | 2.12 | 3.25 | 2.62 | Mean ממוצע | שאלה 5 Question 5 |
| 0.89 | 0.35 | 0.71 | 0.92 | S.D. ס"ת | סגנון מושך |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Rank דירוג | Interesting Style |
| 1.98 | 1.85 | 2.82 | 2.42 | Mean ממוצע | ממוצע של חמש שאלות |
| 0.59 | 0.45 | 0.97 | 0.59 | S.D. ס"ת | Mean of Five Questions |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Rank דירוג | |

### 3.3.2.6 דיון בתוצאות ההערכות הסובייקטיביות של השופטים

השופטים מצאו את הקטע אפ כקשה ביותר, ואת הקטע אק כשני בקושי, הן לפי הערכתם הכללית והן לפי כל חמש השאלות הספיציפיות. הקטעים מפ ו-מק, שנלקחו מן הספר מ, הוערכו כקריאים יותר מן הקטעים אק ו-אפ, שנלקחו מן הספר א. הדירוג בין מפ לבין מק איננו אחיד: לפי ההערכה הכללית, הן של 12 שופטים והן של שמונה שופטים, ולפי שאלה 3 (העוסקת בבהירות הסבר המושגים המוקנים בקטע) עדיף מפ על-פני מק, אך לפי שאר השאלות (וכן לפי ממוצע כל חמש השאלות) הוערך מק כקריא יותר מ-מפ. אפשר לשער כי גורם בהירות ההסבר של המושגים החדשים אפס מקום מרכזי בשיקולי השופטים בהערכתם הכללית את קריאות הקטעים. מכל מקום יש לשים לב לכך שההפרשים בין ההערכות של מק ו-מפ הם קטנים, וייתכן שיש בהבדלים

אלה הרבה מן האקראיות. (רק בשאלות 1 ו-4 מגיע ההבדל ל-0.25 דרגות; בשאר המדידות ההפרש אינו אלא 0.125 דרגות.) נראה איפוא כי לפי השיפוט הסובייקטיבי הקטעים מפ ו-מק קריאים ביותר, בערך באותה מידה, בעוד שהקטע אפ קשה מן הקטע אמ, ושניהם קשים מן הקטעים הלקוחים מן הספר מ.

נמצאו מתאמי פירסון גבוהים למדי בין אופני השיפוט השונים. המתאם בין ההערכה הכללית של שמונה שופטים לבין ממוצע תשובותיהם לשאלות הספיציפיות הוא 0.90. המתאמים בין התשובות לשאלות הספיציפיות לבין עצמן נעים בין 0.88 ל-0.99. המתאמים בין ההערכה הכללית של שמונה שופטים לבין תשובותיהם לשאלות הספיציפיות השונות נעים בין 0.74 ל-0.95. נראה כי הקשר בין אופני השיפוט השונים הוא חזק למדי.

### 3.3.3 בדיקה לפי שיטת הקלוז

#### 3.3.3.1 הרכב קבוצת הנבחנים לפי שיטת קלוז

60 תלמידים משתי כיתות ז תקינות מטיירוגיניות בבית ספר יסודי במחוז תל-אביב נבחנו במבחני קלוז על ארבעת הקטעים, 15 תלמיד לכל קטע. לפי דעת מנהלת בית הספר ולפי דעת המורה המלמדת מתימטיקה בשתי הכיתות, הכיתות הן שקולות מבחינת הכישורים השכליים של התלמידים ולפי יכולתם המתימטית. בכל כיתה נבחנו 30 תלמידים. הכיתות חולקו באופן אקראי לשתי קבוצות של 15. בכיתה אחת נבחנה קבוצה אחת על הקטע אק, וקבוצה אחת על הקטע מפ. בכיתה האחרת נבחנה קבוצה אחת על הקטע מק, וקבוצה אחת על הקטע אפ.

#### 3.3.3.2 הכנת מבחני הקלוז

מבחני הקלוז הוכנו לפי הכללים הבאים: -

א. ההשמטה הראשונה נקבעה לפי מספרי אקראי.

ב. מן ההשמטה הראשונה ואילך הושמטה כל מלה עשירית; כל סמל מתימטי נחשב כמלה.

ג. הכללים לקביעת מלה או סמל היו לפי המומלץ על-ידי קיין ואחרים (56). ראה לעיל, 2.5, עמוד 31.

ד. כותרות וכותרות-משנה לא נחשבו במניין המילים.

ה. בארבעת הקטעים הנבדקים היו 44 או 45 או 46 השמטות. כדי לאפשר השוואת הציונים לא נלקחו בחשבון ההשמטות מעבר ל-44.

הדפים של מבחני הקלוז מובאים בנספחים ז, ח, ט, י.

#### 3.3.3.3 אופן העברת המבחן

לנבחנים ניתן דף הסבר, הכולל גם קטע קלוז לדוגמה. (ראה נספח ו, עמוד 74) כדי להבטיח הבנה מלאה של ההוראות, קרא החוקר לפני הנבחנים את ההוראות, ועבר ביחד אתם על הדוגמה. ניתנה גם הנחייה מפורטת כיצד אפשר לגלות את המילים והסמלים החסרים בדוגמה.

יש לציין כי בדוגמה שניתנה לנבחנים בהוראות, ההשמטות לא נעשו לגמרי באקראי, כי העדפנו השמטות המציגות סוגים שונים של מילים וסמלים חסרים.

לאחר ההנחייה חולקו דפי הקלוז לנבחנים, קטע אחד לכל נבחן. לא הוגבל זמן המבחן, אך למעשה כל הנבחנים השלימו את עבודתם תוך 40 דקות.

3.3.3.4 <u>ארפן הערכת המבחנים</u>

בשעת הערכת המבחנים נלקחו בדרך כלל בחשבון השלמות מדוייקות בלבד, פרט למקרים הבאים:

- כתיב לא נכון;

שינויים דקדוקיים, כגון ה' הידיעה, כינויי הגוף, זכר/נקבה, יחיד/רבים, נפרד/נסמך, בכל"מ, עבר/הווה/עתיד;

החלפות בין המילים הבאות: - כי/ש-, לעיל/למעלה, מה/מהו, מבין/מן, אך/אבל/אולם, שלעיל/הנ"ל, היא/זאת/זו, כל/שום, אם/כאשר, (אם)כן/(אם) כך, שייך/משתייך.

3.3.3.5 <u>תוצאות הבדיקה לפי שיטת הקלוז ודיון על תוצאות אלה</u>

ציוני הקלוז וסטיות התקן לארבעת הקטעים נתונים בטבלה 7.

<u>Table 7</u>

Cloze Scores

<u>טבלה 7</u>

ציוני קלוז

| קטע Text | אק AK | אפ AP | מק MK | מפ MP | אק + אפ AK + AP | מק + מפ MK + MP |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ציון קלוז Cloze Score | 17.2 | 16.4 | 21.9 | 19.6 | 16.8 | 20.7 |
| סטיית תקן Stan.Dev. | 6.7 | 2.5 | 7.2 | 4.7 | 5.0 | 6.1 |
| דירוג Rank | 3 | 4 | 1 | 2 | | |

יש לזכור כי ככל שציון קלוז גבוה יותר, הקטע הנבדק נחשב קריא יותר. לפי מבחני הקלוז נמצא איפוא הקטע מק קריא ביותר, אחריו מפ, אחריו אק, ובסוף אפ, אם כי ייתכן שההבדל בין אק ל-אפ הוא קטן עד שאין לו משמעות. כמו בבדיקות הקודמות כן גם בבדיקת הקלוז נמצאו הקטעים מן הסוג מ, בסיכום, קריאים יותר מן הסוגים מן הסוג א.

הדירוג בין ארבעת הקטעים שנמצא לפי שיטת הקלוז שונה מן הדירוג לפי נוסחת נחשון ושונה גם מן הדירוג לפי ההערכה הכללית של השיפוט. ההבדל בין הדירוגים הוא בכך שלפי הקלוז נמצא הקטע מק קריא יותר מן הקטע מפ, בעוד שלפי נוסחת נחשון ולפי ההערכה הכללית של השיפוט נמצא מפ קריא ביותר.

לאור המלצתו של ניר (8) כי המינימום הדרוש למבחני קלוז לשם השוואה מהימנה של קריאות בשפה העברית צריך להיות בין 25% ל-30% לערך, ראוי לציין כי אחוזי ההשלמות הנכונות בקטעים הנדונים כאן היו: אק - 39%, אפ - 37%, מק - 50%, מפ - 45%. נראה איפוא שמותר לערוך השוואות בין הקריאות של ארבעת הקטעים הנבדקים כאן בעזרת שיטת הקלוז.

### 3.3.4 השוואת דירוגי הקריאות לפי השיטות השונות

בטבלה 8 מסוכמים הממצאים שנתקבלו על מידות הקריאות של ארבעת הקטעים מתוך ספרי מתימטיקה לכיתה ז שנבדקו.

Table 8 — טבלה 8

מדידת הקריאות של ארבעה קטעים לפי נוסחה, שיפוט, ושיטת קלוז

Measurement of Readability of Four Passages by Formula, Judgment, and Cloze Method

| MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק | Passage קטע | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.31<br>1 | 2.06<br>2 | 3.92<br>4 | 3.10<br>3 | R.G. ד"ק<br>Rank דירוג | $N_1$ | נוסחה Formula |
| 1.48<br>1 | 2.21<br>2 | 4.14<br>4 | 3.11<br>3 | R.G. ד"ק<br>Rank דירוג | $N_2$ | |
| 6.62<br>1 | 7.15<br>2 | 8.61<br>4 | 7.54<br>3 | R.G. ד"ק<br>Rank דירוג | $N_3$ | |
| 2.25<br>1.09<br>1 | 2.33<br>0.89<br>2 | 3.42<br>0.67<br>4 | 3.00<br>0.74<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | JJ | שיפוט Judgment |
| 2.50<br>0.93<br>1 | 2.62<br>0.92<br>2 | 3.50<br>0.76<br>4 | 2.75<br>0.71<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | J | |
| 2.00<br>1.20<br>2 | 1.75<br>0.71<br>1 | 2.38<br>1.41<br>4 | 2.12<br>0.99<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | $J_1$ | |
| 2.00<br>0.76<br>2 | 1.88<br>0.64<br>1 | 3.38<br>1.41<br>4 | 2.75<br>1.16<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | $J_2$ | |
| 1.75<br>0.71<br>1 | 1.88<br>0.99<br>2 | 2.88<br>1.13<br>4 | 2 50<br>0.53<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | $J_3$ | |
| 1.88<br>0.99<br>2 | 1.62<br>0.52<br>1 | 2.25<br>1.28<br>4 | 2.12<br>0.64<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | $J_4$ | |
| 2.25<br>0.89<br>2 | 2.12<br>0.35<br>1 | 3.25<br>0.71<br>4 | 2.62<br>0.92<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | $J_5$ | |
| 1.98<br>0.59<br>2 | 1.85<br>0.45<br>1 | 2.82<br>0.97<br>4 | 2.42<br>0.59<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | JM | |
| 19.6<br>4.7<br>2 | 21.9<br>7.2<br>1 | 16.4<br>2.5<br>4 | 17.2<br>6.7<br>3 | Mean ממוצע<br>S.D. ס"ת<br>Rank דירוג | K | קלוז Cloze |

הסברי הסימול בעמוד הבא.

הסברי הסימול בטבלה 8

| | | |
|---|---|---|
| Short Nahshon Formula | | נוסחת נחשון הקצרה |
| Without Math Symbols | $N_1$ | בלי סמלים מתימטיים |
| Math Symbols as Hard Words | $N_2$ | סמלים מתימטיים כמילים קשות |
| Math Symbols as Hard Words, Counting Each Appearance of Hard Words | $N_3$ | סמלים מתימטיים כמילים קשות, מילים קשות נמנו בכל הופעותיהם |
| Judgment | | שיפוט סובייקטיבי |
| Overall Judgment, 12 Judges | JJ | הערכה כללית, 12 שופטים |
| Overall Judgment, 8 Judges | J | הערכה כללית, 8 שופטים |
| Judgment, 8 Judges, Question 1 | $J_1$ | שיפוט, 8 שופטים, שאלה 1 |
| Question 2 | $J_2$ | שאלה 2 |
| Question 3 | $J_3$ | שאלה 3 |
| Question 4 | $J_4$ | שאלה 4 |
| Question 5 | $J_5$ | שאלה 5 |
| Mean of Five Questions | JM | ממוצע חמש שאלות |
| Cloze Score | K | ציון קלוז |

עיון בטבלה 8 מגלה כי בכל שיטות המדידה דורגו הקטעים כמעט באותו דירוג. כל שלושת אופני השימוש בנוסחת נחשון הקצרה ($N_3$, $N_2$, $N_1$), ההערכות הכלליות של 12 ושל שמונה שופטים (J, JJ), והשיפוט לפי שאלה 3 (בהירות ההסבר של המושגים) ($J_3$) מדרגים את הקטעים -מן הקל אל הקשה- **מס**, מק, אק, אפ. אולם הערכת השופטים לפי שאלות השיפוט 1, 2, 4, 5 ($J_5$, $J_4$, $J_2$, $J_1$) ולפי הממוצע של חמש השאלות (JM), וכן ציוני הקלוז, מדרגים אותם בשינוי קל. הם מקדימים את מק ל-מפ מבחינת הקריאות, ושומרים על מקומם של אק ו-אפ.

בחלק גדול של שאלות השיפוט השונות לא נראה הבדל ניכר בין ציוני מפ ו-מק, וייתכן שלפי השיפוט הסובייקטיבי שני קטעים אלה קריאים באותה מידה.

מניסוי מצומצם זה נראה שאפשר לסכם כי שלוש השיטות של בדיקת קריאות, - נוסחת נחשון, שיפוט סובייקטיבי, ושיטת הקלוז - מדרגות קטעי מתימטיקה המיועדים לכיתה ז באותו דירוג. אולם כדי לתת למסקנה זאת יתר תוקף, יש צורך בבדיקת מספר רב יותר של קטעים, ואולי גם לשתף מספר רב יותר של שופטים בשיפוט הסובייקטיבי.

### 3.3.5 בדיקת הקריאות על-ידי מבחן הבנת הנקרא

#### 3.3.5.1 הקשר בין הבנת הנקרא וקריאות

הצד השווה שבין ההגדרות השונות של מושג הקריאות, שהבאנו בפרק 1, הוא שקריאות כרוכה בדרך זו או אחרת בהבנת הנקרא. יש הטוענים כי אין קריאות אלא מכלול התכונות של הטקסט המאפשרות הבנת הנקרא על-ידי הקורא, ואין חולקים על כך שהגורמים הקשורים בהבנת הנקרא הם אותם גורמי הקריאות הניתנים למדידה נוחה ויעילה.

נמצא איפוא כי הקריטריון הסופי לקריאות של טקסט הוא מידת ההבנה של הקורא בטקסט. במקרים רבים שימשו מבחני הבנת הנקרא גם למדידת קריאות, וגם

כקריטריון חיצוני לשיטות האחרות של מדידת הקריאות. בפרק 1 הוזכרו הקשיים הכרוכים במבחני הבנת הנקרא. קושי אחד הוא בשאלה האם תוצאות המבחן אכן מודדות את קריאות הטקסט הנבדק, או שמא הן מודדות את הקריאות של השאלות עצמן. קושי אחר נובע מן השאלה האם השאלות המרכיבות מבחן הבנה אינן דורשות כישורים מעל ומעבר ליכולת ההבנה של הכתוב. שאלה זו קשורה במשמעות המושג "הבנה", או ברמת ההבנה הנדרשת. היא קשורה בבעייה המרכזית של מבחני הבנת הנקרא, והיא - במה נבחן? האם בהבנה של מילים, או של קטעי משפטים, או אולי של משפטים? או שמא אפילו נדרוש הבנה ברמה של אנליזה או אף של סינתיזה?

לא כאן המקום למחקר על משמעות ההבנה, אך בבואנו למדוד קריאות של קטעי מתימטיקה בעזרת מבחני הבנת הנקרא, היה עלינו להכריע, לצורך זה בלבד, בדבר רמת ההבנה שנבקש לבחון. הוחלט לבחון ברמה הדורשת מידה מסויימת של יישום הנקרא (או הנלמד בקריאה), משום שהיה נראה כי בחקירת הקריאות של טקסט מתימטי, שמטרתה להביא לידי אפשרות של בדיקת טיבו של הטקסט על-ידי מדידת קריאותו, החשוב הוא להיווכח אם התלמיד הקורא מסוגל גם להשתמש במידע שלמד בקריאתו.

3.3.5.2 <u>ביצוע המדידה של הבנת הנקרא</u>

לצורך מדידת הבנת הנקרא, חוברו על-ידי החוקר שני מבחנים, האחד על הנושא "קבוצות", והאחד על הנושא "פסוקים ותבניות-פסוק". שלושה שבועות לאחר ביצוע מבחני הקלוז ניתנו לאותם התלמידים מבחני הבנת הנקרא. שלושים התלמידים שנבחנו במבחן קלוז על הקטעים אק ו-מק נבחנו עתה במבחן הבנה על קבוצות, ושלושים התלמידים שנבחנו במבחן קלוז על הקטעים אפ ו-מפ נבחנו עתה במבחן הבנה על פסוקים ותבניות-פסוק.

כל מבחן כלל עשר שאלות מסוג רב-ברירה, ולכל שאלה ניתנו במבחן עצמו חמש תשובות אפשריות. סדר השאלות במבחן, וסדר המסיחים בכל שאלה נקבעו בעזרת מספרי אקראי. השאלונים של מבחני הבנת הנקרא מופיעים בנספחים יב, יג.

לנבחנים ניתן דף הנחיות (ראה נספח י), וכדי להבטיח הבנה מלאה של ההוראות, קרא החוקר בקול את ההנחיות. בהנחיות מופיעה שאלה לדוגמה, וזו נפתרה יחד עם התלמידים. אחר-כך חולקו לנבחנים תצלומי הקטעים המקוריים, כך שכל נבחן קיבל את הקטע שעליו נבחן שלושה שבועות קודם לכן במבחן קלוז. לאחר שהנבחנים קראו את הקטעים, הם קיבלו את השאלונים המתאימים ונתבקשו לענות עליהם. הקטעים נשארו בידי הנבחנים, והם יכלו לעיין בהם בשעה שענו את תשובותיהם. לא הוגבל הזמן שעמד לרשות הנבחנים, אך כולם ענו והחזירו את השאלון הממולא תוך שלושים דקות.

3.3.5.3 <u>תוצאות מבחן הבנת הנקרא</u>

התוצאות של מבחן הבנת הנקרא מובאות בטבלה 9, בעמוד הבא.

התוצאות מראות כי לפי מבחני הבנת הנקרא, כמו לפי המדידות הקודמות, הקטעים הלקוחים מן הספר מ קריאים יותר מאלה הלקוחים מן הספר א, אך הדירוג בין הקטעים שונה מן הדירוגים הקודמים. אמנם הקטע אפ נשאר הקשה ביותר, אך הקטע אק (שלפי כל המדידות הקודמות היה שני בקושי) נמצא קריא יותר מאשר הקטע מפ

Table 9 טבלה 9

ממוצע הציונים וסטיות התקן של מבחני הבנת הנקרא

Mean Scores and Standard Deviations of Comprehension Tests

| מק + מפ MK + MP | אק + אפ AK + AP | מפ MP | מק MK | אפ AP | אק AK | קטע Passage |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.20 | 5.80 | 5.20 | 7.20 | 4.87 | 6.73 | ממוצע Mean |
| 2.23 | 2.39 | 1.90 | 2.14 | 2.39 | 2.04 | ס"ת S.D. |
| | | 3 | 1 | 4 | 2 | דירוג Rank |

(אשר לפי הנוסחה, לפי ההערכה הכללית של השיפוט, ולפי שאכה 3 של השיפוט היה הקריא ביותר, ולפי שאר שאלות השיפוט ולפי ציון הקלוז היה השני). מבחן ההבנה דירג את הקטע אק כקטע הקריא ביותר, כפי שעשה גם ציון הקלוז וארבע מתוך חמש השאלות הספיציפיות של השיפוט. טבלה 10 עשוייה להבליט את ההבדלים בין הדירוגים של ארבעת הקטעים לפי שיטות שונות.

Table 10 טבלה 10

דירוגי הקריאות של הקטעים לפי שיטות שונות

Ranking of Readability of Passages by Various Methods

| MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק | קטע Passage / שיטה Method | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 | 3 | Nahshon 3 | $N_3$ | נחשון ג |
| 1 | 2 | 4 | 3 | Overall Judgment | JJ | שיפוט כללי |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Specific Judgment | JM | שיפוט ספציפי |
| 2 | 1 | 4 | 3 | Cloze | K | קלוז |
| 3 | 1 | 4 | 2 | Comprehension | C | הבנת הנקרא |

3.3.5.4 דיון בתוצאות של מבחן הבנת הנקרא

ההבדל בדירוג הקריאות של הקטעים בין מבחני הבנת הנקרא (שלפיהם הקטע אק קריא יותר מן הקטע מפ) לבין השיטות האחרות (שלפיהן הקטע מפ קריא יותר מן הקטע אק) דורש ניתוח והסבר.

כאמור, קיים חשש שייתכן כי מבחן הבנה בודק את קריאות המבחן עצמו יותר מאשר את קריאות הטקסט שאותה נועד לבדוק. סביר איפוא לנסות למדוד את מידת הקריאות של מבחני הבנת הנקרא במכשיר היחיד שבא בחשבון למדידה כזאת, והוא נוסחת נחשון. המדידה נעשתה לפי האופן השלישי של השימוש בנוסחה (סמלים מתימ-טיים נחשבו כמילים קשות, ונמנו כל ההופעות של מילים קשות) ונתקבלה דרגת קריאות של 3.96 למבחן על קבוצות, ודרגת קריאות של 3.84 למבחן על פסוקים ותבניות-פסוק. נמצא כי במידה שנוסחת נחשון תקפה לבדיקת הקריאות של מבחנים

מסוג זה, קושי הקריאה של המבחנים לא היה צריך להפריע לשימוש בהם למדידת הקריאות של הקטעים.

שאלה אחרת שיכלה להתעורר היא מהי מידת המהימנות של המבחנים. כדי לענות על שאלה זו חושבו מתאמי מהימנות, לפי שיטת החיצוי, בעזרת נוסחת ספירמן-בראון. נמצא מתאם של 0.80 למבחן ק, ומתאם של 0.71 למבחן פ. אין ערכים אלה גבוהים מאד, אך בהתחשב בעובדה שהמבחנים הכילו עשר שאלות בלבד, קשה להניח שכאן מקור העירות.

ייתכן שהסבר מתקבל על הדעת הוא זה: - עיון מדוקדק יגלה כי במבחן הבנת הנקרא נדרשו מן התלמידים הנבחנים גם כישורים שאינם קשורים בהבנה ישירה של תוכן הטקסט, אלא נדרש גם שימוש והעברה של הידע שנרכש מקריאת הטקסט, וייתכן כי בגלל דרישות אלה, שאינן באות לביטוי בשימוש בנוסחת קריאות, ולא במבחן קלוז, ולא בשיפוט סובייקיבי, נוצר השינוי בין הדירוגים שמצאנו.

גורם נוסף שייתכן שהשפיע על הבנת הנקרא הוא קושי החומר המוקנה בקטעים הנבדקים. גם גורם זה לא ישפיע על דרכי המדידה האחרות, אך הוא יכול להיות מכריע במבחני הבנת הנקרא. ההשערה היא שנושא הקבוצות שבקטעים אק ו-מק הוא קל יותר להבנה מאשר נושא הפסוקים ותבניות-הפסוק שבקטעים אפ ו-מפ. קושי זה מקורו באופי החומר ואין לו קשר לקריאות הקטעים. ייתכן גם כי השאלון על פסוקים ותבניות-פסוק היה קשה יותר מאשר השאלון על קבוצות, אם כי קשה לבדוק השערה זו.

3.3.5.5 <u>השוואת קטעי ק עם קטעי פ</u>

אם ההשערה על השפעת הקושי התוכני של הטקסטים על פסוקים נכונה, יש לצפות לכך שהשוואת מידות הקריאות של הקטעים העוסקים בקבוצות (אק ו-מק) עם מידות הקריאות של הקטעים העוסקים בפסוקים ותבניות-פסוק (אפ ו-מפ) לפי שיטות המדידה השונות תגלה הבדל גדול יותר, באופן משמעותי, בין קריאות שני הנושאים כפי שהיא נמדדת על-ידי מבחן ההבנה מאשר על-ידי שאר השיטות, דהיינו הנוסחה, שיטת הקלוז, והשיפוט. קשה לקבל ציון מסכם לפי נתוני השיפוט שנאספו. על-כן נשווה רק את ציוני נחשון (לפי אופן 3), ציוני הקלוז, וציוני מבחן הבנת הנקרא. השוואה זאת נעשתה בטבלה 11.

<u>Table 11</u> <u>טבלה 11</u>

השוואת הקריאות של קטעי ק עם זו של קטעי פ
Comparison of Readability of K Passages With That of P Passages

| P פ | K ק | | |
|---|---|---|---|
| 7.61 | 7.35 | R.G. ד"ק | נחשון ג Nahshon C |
| 18.0 | 19.5 | Score ציון | קלוז |
| 4.0 | 7.3 | S.D. ס"ת | Cloze |
| 5.03 | 7.00 | Score ציון | הבנת הנקרא |
| 2.13 | 2.07 | S.D. ס"ת | Comprehension |

בכל שיטות המדידה נמצאו הקטעים העוסקים בקבוצות קריאים יותר מאשר הקטעים העוסקים בפסוקים ובתבניות-פסוק, אך בערך שלפי נוסחת נחשון ולפי שיטת הקלוז ההבדל בין הקריאות של שני הנושאים הוא קטן (ואולי לא מובהק), נמצא הבדל ניכר בין הקריאות של קטעי ק לבין הקריאות של קטעי פ, כפי שנמדדו על-ידי הבנת הנקרא. תוצאה זאת תומכת בהשערה כי יש קושי תוכני רב יותר בחומר של קטעי פ (פסוקים ותבניות-פסוק) מאשר בחומר של קטעי ק (קבוצות), וקושי זה איננו קשור בקריאות הקטעים כשלעצמה.

3.3.6 <u>הקשר בין ציוני קלוז לבין ציוני הבנת הנקרא</u>

לאור האמור בסעיף הקודם, יש עניין במתאמים שבין הציונים שנתקבלו לקטעים השונים במבחן קלוז ובמבחן הבנת הנקרא. מתאמים אלה סוכמו בטבלה 12.

<u>Table 12</u> <u>טבלה 12</u>

מתאמי ספירמן בין ציוני קלוז לבין ציוני הבנת הנקרא
לכל קטע בנפרד ולצירופים שונים
Spearman Correlations Between Cloze Scores and Comprehension Scores for Each Passage and for Various Combinations

| הכל Total | Content תוכן | | Texts ספרים | | Passages | | | קטעים |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P פ | K ק | M מ | A א | MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק |
| 0.47 | 0.38 | 0.63 | 0.59 | 0.33 | 0.40 | 0.65 | 0.44 | 0.55 |

נמצאנו למדים שקיים קשר לינארי השונה מאפס באופן מובהק בין ציוני קלוז לציוני הבנת הנקרא, אף-על-פי שקשר זה איננו חזק ביותר בכל ההשוואות. העובדה שנתקבל מתאם גבוה יותר לגבי הספר מ (0.59) מאשר לגבי הספר א (0.33) נוטה לחזק את הממצאים הקודמים שלפיהם הקטעים מתוך מ קריאים יותר מן הקטעים מתוך א. מתאמים אלה רומזים גם לכך שבספר א פועלים גורמים נוספים המשפיעים על הקריאות, פרט לאלה הנמדדים על-ידי נוסחת נחשון או על-ידי קלוז. ההבדל בין המתאם בין קלוז להבנת הנקרא בנושא הקבוצות (0.63) לבין המתאם ביניהם בנושא הפסוקים ותבניות-הפסוק (0.38) מחזק את ההשערה שהבנת הנקרא בקטעים הדנים בנושא פ מושפעים מגורמים אחרים חוץ מקריאות. אותה השערה מתחזקת גם על-ידי המתאמים בין קלוז והבנת הנקרא בכל קטע בנפרד. תוצאות אלה מדגישות את הצורך להיזהר בשימוש במבחן הבנת הנקרא כמודד קריאות.

בניתוח סטטיסטי מקובל שכדי לבדוק קשר בין משתנים, מחשבים קשר זה בין הרמות הקיצוניות של התוצאות, ומוציאים מן הניתוח אותו חלק מן המדגם שקיבלו ציונים הקרובים לממוצע. כדי להבליט את הקשר בין ציוני הקלוז לבין ציוני הבנת הנקרא, חושבו גם כאן מתאמי ספירמן לקבוצות המכילות רק את הרבע העליון ואת הרבע התחתון של ציוני הקלוז. *)

*) בקבוצות של 15 נבחנים נלקחו ארבעת ציוני הקלוז הגבוהים, וארבעת ציוני קלוז הנמוכים. בקבוצות של 30 נבחנים נלקחו שבעה ושבעה.

התוצאות מובאות בטבלה 13.

Table 13 — טבלה 13

מתאמי ספירמן בין ציוני קלוז לבין ציוני הבנת הנקרא
כשמתחשבים רק ברבע העליון וברבע התחתון של ציוני קלוז
Spearman Correlations Between Cloze Scores and Comprehension Scores,
Considering Only Upper and Lower Quarters of Cloze Scores

| הכל | Content תוכן | | Texts ספרים | | Passages קטעים | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total | P פ | K ק | M מ | A א | MP מפ | MK מק | AP אפ | AK אק |
| 0.65 | 0.37 | 0.87 | 0.76 | 0.74 | 0.55 | 0.90 | 0.33 | 0.89 |

אחרי הוצאת המחצית האמצעית של הציונים, שהם הקרובים לממוצע, מובלטים כמה מן הממצאים הקודמים: הקשר הליניארי בין ציוני קלוז לציוני הבנת הנקרא נראה חזק יותר לגבי הקטעים אק (0.89 לעומת 0.55), ו-מק (0.90 לעומת 0.65), וכן לגבי קטעי ק ביחד (0.87 לעומת 0.63). לעומת זאת, המתאם הנמוך בנושא פ (0.37) חוזר ומחזק את ההשערה כי תוכן הנושא פ כשלעצמו קשה יותר מתוכן הנושא ק. קושי זה מתגלה כמובן בציוני הבנת הנקרא, בעוד שמבחן קלוז אינו בודק אלא את הקריאות של הטקסטים, ולכן הקשר בין שני סוגי המבחן בקטעי פ אינו חזק. הקשר החזק יותר שנמצא בין קלוז להבנת הנקרא בנושא ק מתגלה גם בתוך כל ספר בפני עצמו. בספר א נמצא מתאם של 0.89 בנושא ק, ומתאם של 0.33 בנושא פ. בספר מ, המתאם לנושא ק הוא 0.90, לעומת 0.55 לנושא פ.

מעניין כי בחישוב זה של המתאמים בין ציוני קלוז לבין ציוני הבנת הנקרא, כשהוצא אותו חלק של הנבחנים שציוני הקלוז שלהם קרובים לממוצע, נמצאו מתאמים שווים, למעשה, לספר א ולספר מ.

## 3.4 סיכום ומסקנות

ארבעה קטעים משני ספרי לימוד למתימטיקה המיועדים לכיתה ז דורגו לפי מידת הקריאות שלהם בארבע שיטות שונות - (א) נוסחת נחשון הקצרה (בשלושה אופנים שונים); (ב) שיפוט סובייקטיבי (הן בהערכה כללית והן לפי היבטים ספיציפיים); (ג) שיטת הקלוז; (ד) מבחני הבנת הנקרא. הנוסחה, השיפוט, והקלוז ערכו את קריאות הקטעים כמעט באותן דירוג, בעוד שמבחן הבנת הנקרא קבע דירוג שונה מאד. כתוצאה משוני זה הועלתה השערה שקיים קושי תוכני הטמון בנושא הפסוקים ותבניות-הפסוק, וקושי זה אינו קשור בקריאות. השערה זו קיבלה חיזוק על-ידי כך ששאלות ההבנה היו ברמה גבוהה מדי ומדדו גורמים מסוג השונה מאלה הקובעים את הקריאות של הקטעים.

אם נתעלם מתוצאות מבחני הבנת הנקרא, בגלל הגורמים שהוזכרו, נוכל להסיק מסקנה חשובה מן הדירוג הזהה-כמעט שנתקבל מהשימוש בשלוש השיטות האחרות, והיא שלצורך הדירוג של קריאות של טקסט מתימטי בעברית, אפשר להשתמש בכל אחת משיטות אלה (נוסחה, שיפוט, קלוז). הבחירה ביניהן יכולה להיקבע לפי נוחיות השימוש.

מסתבר כי השימוש בנוסחה הוא הנוח ביותר: צריך רק לספור את מספר המשפטים, את מספר המילים, ואת מספר המילים ה"קשות"; אין צורך לראיין שופטים, ואין צורך להדפיס טפסי קלוז ולהזדקק לכיתות ניסוי. מבין שלושת אופני השימוש בנוסחת נחשון נראה שהאופן השלישי ($N_3$), שבו נחשבים סמלים מתימטיים כמילים קשות (להוציא סמלי מספרים, כשהמספר המתאים מופיע ברשימת נחשון), ובו נמנית מלה קשה בכל פעם שהיא מופיעה בטקסט. לאופן שימוש זה יש מתאמים גבוהים עם שני האופנים האחרים של שימוש בנוסחה (0.97 ו-0.92), והוא נתן דרגות קריאות בסביבת רמת הכיתה שלה מיועדים הקטעים שנבדקו. נוסף לכך יש ל-$N_3$ מתאמים משביעים רצון הן עם השיפוט הכללי של 12 שופטים (0.96), והן עם ציוני קלוז (0.73).

אפשר היה לשפר מחקר זה בכמה דרכים: -

א. טוב היה לכלול יותר קטעים במחקר.

ב. רצוי אולי לשתף יותר שופטים בשיפוט הסובייקטיבי.

ג. השאלות במבחני הבנת הנקרא היו צריכות להיות ברמה נמוכה יותר כדי שמבחן זה יוכל לבדוק את ההבנה הבסיסית של החומר הנקרא, שבה עוסקת הקריאות. כמו-כן כדאי היה להגדיל את מספר השאלות.

חובה לציין כי מטרת מחקר זה לא היתה להעריך את קריאות הספרים שקטעים מתוכם שימשו חומר גלם למחקר. הממצאים אינם יכולים לקבוע שספר זה קריא יותר מספר זה, כי הקטעים שנבחרו לא היו מייצגים ולא מספיקים בהיקפם. בכל מקום בדיווח זה שבו נאמר כי ספר פלוני נראה יותר קריא מספר אלמוני, הכוונה היא לשני הקטעים בלבד שנלקחו מכל ספר.

נחטא לאמת אם נטען כי הוכח כאן שאפשר למדוד את הקריאות של טקסטים מתימטיים הכתובים בשפה העברית בעזרת נוסחת נחשון, או בכל שיטה אחרת. לשם כך דרושים עוד מחקרים מקיפים יותר ומעמיקים יותר. בעבודה זו ביקשנו לעורר את הבעייה ולהצביע על כיוונים אפשריים למחקר בנושא חשוב זה.

## 3.5 הצעות למחקר נוסף

א. כדי שאפשר יהיה להשתמש בנוסחת נחשון, בת עשרים השנים ויותר, יש לחזור ולבחון אותה בתנאים של היום, משום שהשפה העברית השימושית וידיעת שפה זו התפתחו והשתנו מהר. אמנם ד"ר רפאל בלגור פרסם בשנת תשכ"ח רשימת מלות יסוד לבית הספר (1), ומותר להניח שרשימה זו מעודכנת יותר מרשימת המילים של נחשון (7, 5), אך גם היא עברה את גיל העשר. גם אם קיימת רשימה מוסמכת של מילים נפוצות, יש צורך לחזור ולבדוק מה הם המשתנים המתאימים ביותר לנוסחת קריאות יעילה, ולקבוע את משקלם בנוסחה. כל זה אמור לגבי מדידת הקריאות של פרוזה כללית בשפה העברית.

ב. גם ביחס לשימוש בשיטת קלוז לשם מדידת קריאות בעברית, כבר הצביע ד"ר רפאל ניר (8) על הצורך במחקר מקיף בנושא זה.

ג. מעניין היה לחקור אם אפשר לפתח לשפה העברית נוסחת קריאות פשוטה, בעלת מדד אחד, כגון נוסחת אלי (ראה לעיל, 1.3.4.4, עמוד 15) או נוסחת "סמוג" (לעיל, 1.3.4.3, עמוד 14).

ד. גם אם יעמדו לרשותנו נוסחות קריאות כלליות משביעות רצון וביסוס לשימוש בשיטת הקלוז בעברית, עדיין יהיה צורך להתמודד עם הבעייה באיזו מידה מתאימות שיטות אלה למדידת הקריאות של חומר מתימטי. יש מקום איפוא למחקר מקיף בהרבה ממחקר זה, בדומה לעבודתם של קיין, הייטר, וברן שתוארה לעיל (2.5, 2.6, עמודים 30 עד 35) לשם פיתוח נוסחה יעילה למדידת קריאות של הלשון המתימטית העברית.

ה. מאידך, נראה לנו שבינתיים אפשר להשתמש בכלים הקיימים כדי לחקור את קריאותם של ספרי הלימוד למתימטיקה, המקובלים בכיתות א-יב של בתי הספר בארץ, או המוגשים לועדה לאישור ספרי לימוד במשרד החינוך והתרבות.

ו. בעיית הקריאות אינה אלא היבט אחד של בעיית הקריאה. היבט אחר הוא יכולת הקריאה של התלמיד. לא נערך מחקר רב על יכולת התלמידים לקרוא טקסט עברי מתימטי ועל הדרכים לטפח יכולת זו. נוכל להצביע על ספריהם של קיין ואחרים (56) ושל ארל (29) כדוגמאות לעבודה מעין זאת.

ו. בעייה אחרת הראוייה למחקר היא כיצד יכולת הקריאה של תלמידים משפיעה על הישגיהם בלימוד המתימטיקה, ובאיזו מידת מזקיקים מורי המתימטיקה את תלמידיהם לקרוא ולחבין טקסט מתימטי (להוציא קריאת "בעיות" ושאלות מבחן) ומדריכים אותם ברכישת מיומנות חשובה זו.

תושלב"ע

## ב י ב ל י ו ג ר פ י ה


(1) בלגור, רפאל. רשימת מלות-יסוד לבית הספר. תל-אביב: אוצר המורה, תשכח/1968.

(2) הרמתי, שלמה. "בעית הקריאות", באנציקלופדיה חינוכית, כרך ב. ירושלים: משרד החינוך והתרבות ומוסד ביאליק, תשיט/1959. (ערך "לשון עברית; הוראתה כלשון אם"): 1-610.

(3) מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים. פרקי מתמטיקה, ספר ב. תל-אביב: דוד רכגולד, תשל/70/1969.

(4) משלר מיכאל. אלגברה לשנת הלימודים השביעית, מהדורה שנייה מורחבת. תל-אביב: הקיבוץ המאוחד, תשלו.

(5) נחשון, שמואל. "רשימת מלים עבריות קלות, ערוכה על יסוד שכיחותן בעברית, ושכיחות תרגומיהן באנגלית, בצרפתית, בגרמנית, ובספרדית." שבילי החינוך, יג, 2 (ינואר 1953): 81-67.

(6) נחשון, שמואל. "אידהו ספר קריאה?" החינוך, לא, א-ב (תשיט): 90-71.

(7) נחשון, שמואל. "נוסחאות הקריאות העברית: הוראות לחישוב." החינוך, לב, ב-ג (ניסן תשך): 213-192.

(8) נדר, רפאל. "השימוש בטכניקת ה'קלוז' לבדיקת שיעור הקריאות." עיונים בחינוך, 4 (סיון תשלד/יוני 1974): 84-71.

(9) Aiken, Lewis R.,Jr. Language Factors in Learning Mathematics. ERIC Mathematics Education Report ED068340, 1972.

(10) Aukerman, Robert C. Reading in the Secondary Classroom. New York: McGraw Hill, 1972.

(11) Bormuth, John R. "Cloze as a Measure of Readability." In International Reading Association Conference Proceedings, 8 (1963):131-4.

(12) Bormuth, John R. "Readability: A New Approach." Reading Research Quarterly, 1, 3 (Spring 1966): 79-132.

(13) Bormuth, John R. "Comparable Cloze and Multiple Choice Comprehension Test Scores." Journal of Reading, 10 (1967): 291-9.

(14) Bormuth, John R. "Cloze Test Readability: Criterion Reference Scores." Journal of Educational Measurement, 5 (1968): 189-96.

(15) Brown, Walter R. "Science Textbook Selection and the Dale-Chall Formula." School Science and Mathematics, 65, 571 (February 1965): 164-7.

(16) Byrne, Mary Ann, and Kane, Robert B. "Measuring Vocabulary and Symbol Familiarity in the Language of Mathematics." Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), New York, February 1971.

(17) Byrne, Mary Ann, and Kane, Robert B. "Study of the Familiarity of Mathematical Terms and Symbols to Seventh and Eighth Grade Students of the United States."(Mimeographed, no date.)

(18) Call, Russell J., and Wiggin, Neal A. "Reading and Mathematics." Mathematics Teacher, 59, 2 (February 1966): 149-57.

(19) Cambridge Conference on School Mathematics. Goals for School Mathematics. Boston: Houghton Mifflin, 1963.

(20) Chall, Jeanne S. Readability: An Appraisal of Research and Application. (Monograph No. 54) Ohio State University, 1958.

(21) Coleman, Edmund B. "On Understanding Prose: Some Determiners of Its Complexity." NSF Final Report GB-2604. Washington: National Science Foundation, 1965.

(22) Coleman Edmund B. "Developing a Technology of Written Instruction: Some Determiners of the Complexity of Prose." In Rothkopf, Ernest Z., and Johnson, Paul E. Verbal Learning and the Technology of Written Instruction. New York: Teachers College Press, 1971.

(23) Corle, Clyde G. "Reading in Mathematics: A Review of Recent Research." In Laffey, James L. (ed.) Reading in the Content Areas. Newark, Delaware: International Reading Association, 1972: 75-94.

(24) Dale, Edgar. "A Comparison of Two Word Lists." Educational Research Bulletin, 10, (December 9, 1931): 494-9.

(25) Dale, Edgar. Familiarity of 8000 Common Words to Pupils in the Fourth, Sixth, and Eighth Grades. Columbus, Ohio: Bureau of Educational Research, Ohio State University, no date. (Not available)

(26) Dale, Edgar, and Chall, Jeanne S. "A Formula for Predicting Readability." Educational Research Bulletin, 27 (January 21, 1948): 11-20, 28; and 27 (February 18, 1948): 37-54.

(27) Dale, Edgar, and Chall, Jeanne S. "The Concept of Readability." Elementary English, 26, (January 1949).

(28) Eagle, Edwin. "The Relationship of Certain Reading Abilities to Success in Mathematics." Mathematics Teacher, 41, 4 (April 1948): 175-9.

(29) Earle, Richard A. Teaching Reading and Mathematics. Newark, Delaware: International Reading Association, 1976.

(30) Earp, N.Wesley. "Problems of Reading in Mathematics." School Science and Mathematics, 71 (February 1971): 129-33.

(31) Elley, Warwick B. "The Assessment of Readability by Noun Frequency Counts." Reading Research Quarterly, 4, 3 (Spring 1969): 411-27.

(32) English, Horace B., and English, A.C. A Comprehensive Dictionary of Psychological and Psychoanalytical Terms. New York: David McKay, 1958.

(33) Faison, Edmund W.J. "Readability of Children's Textbooks." Journal of Educational Psychology, 62 (January 1951): 43-51.

(34) Flesch, Rudolf. Marks of Readble Style: A Study in Adult Education. New York: Teachers College, 1943.

(35) Flesch, Rudolf. "A New Readability Yardstick." Journal of Applied Psychology, 32, 3 (June 1948):221-32.

(36) Flesch, Rudolf. How to Test Readability. New York: Harper, 1951.

(37) Flesch, Rudolf. A New Way to Better English. New York: Harper, 1958.

(38) Forbes, Fritz W., and Cottle, William C. "A New Method for Determining Readability of Standardized Tests." Journal of Applied Psychology, 37 June 1953): 185-90.

(39) Forbes, Jack E. "Textbooks and Supplementary Materials." in The Teaching of Secondary School Mathematics (33rd Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics). Washington: The Council, 1970: 89-109.

(40) Fry, Edward. "Judging Readability of Books." Teacher Education, 5 (1964): 34-9.

(41) Fry, Edward. "A Readability Formula That Saves Time." Journal of Reading, 11 (April 1968): 513-6, 575-8.

(42) Gilinsky, Alberta S. "How Valid Is the Flesch Readability Formula?" American Psychologist, 3 (July 1948): 201.

(43) Gilliland, John. Readability. London: Hodder and Stoughton, 1972.

(44) Gray, W.S., and Leary, Bernice E. "What Makes a Book Readable?" Journal of Adult Education, 6 (October 1934): 408-11.

(45) Guckenheimer, Sig N. "The Readability of Pamphlets on International Relationships." Educational Research Bulletin, 26 (Dec. 10, 1947): 231-8.

(46) Gunning, Robert. The Technique of Clear Writing. New York: McGraw Hill, 1952.

(47) Hater, Mary Ann. "The Cloze Procedure as a Measure of the Reading Comprehensibility and Difficulty of Mathematical English." Unpublished Ph.D. dissertation, Purdue University, 1969. (Abstracted in DAI, 30A (May 1970): 4829.)

(48) Hater, Mary Ann, Byrne, Mary Ann, and Kane, Robert B. "The Cloze Procedure as a Measure of the Reading Difficulty of Mathematical English Passages." ERIC Report ED071056, 1972.

(49) Hater, Mary Ann, and Kane, Robert B. "The Cloze Procedure as a Measure of the Reading Comprehensibility and Difficulty of Mathematical English." Paper Presented at the Meeting of the American Educational Research Association (AERA), Minneapolis, 1970.

(50) Hater, Mary Ann, and Kane, Robert B. "The Cloze Procedure as a Measure of Mathematical English." Journal for Research in Mathematics Education, 6 (March 1975): 121-7.

(51) Hayes, Patricia M., Jenkins, James J., and Walker, Bradley J. "Reliability of the Flesch Readability Formula." Journal of Applied Psychology, 34, 1 (February 1950): 22-6.

(52) Heddens, James W., and Smith, Kenneth J. "The Readability of Elementary Mathematics Books." Arithmetic Teacher, 11, 7 (November 1964): 466-8.

(53) Johnson, Donovan A. "The Readability of Mathematics Books." Mathematics Teacher, 50, 2 (February 1957): 105-10.

(54) Kane, Robert B. "The Readability of Mathematical English." Journal of Research in Science Teaching, 5 (1967-8): 296-8.

(55) Kane, Robert B. "The Readability of Mathematics Textbooks Revisited." Mathematics Teacher, 63, 7 (November 1970): 579-81.

(56) Kane, Robert B, Byrne, Mary Ann, and Hater, Mary Ann. Helping Children Read Mathematics. New York: American Book Company, 1974.

(57) Kitson, H.D. The Mind of the Buyer. New York: Macmillan, 1921.

(58) Klare, George R. "Evaluation of Quantitative Indices of Comprehensibility in Written Communication." Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, 1950.

(59) Klare, George R. The Measurement of Readability. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1963.

(60) Klare, George R. "Comments on Bormuth's Readability: A New Approach." Reading Research Quarterly, 1, 4 (Summer 1966): 119-25.

(61) Klare, George R. "Assessing Readability." Reading Research Quarterly, 10, 1 (1974-5): 62-102.

(62) Kulm, Gerald. "The Readability of Elementary Algebra Textual Material." Unpublished doctoral dissertation, Columbia University, 1971. (Abstracted in DAI, 32A (December 1971):2913.)

(63) Kulm, Gerald. "Sources of Reading Difficulty in Elementary Algebra Textbooks." Mathematics Teacher, 66, 7 (November 1973): 649-52.

(64) Lively, Bertha A., and Pressey, S.L. "A Method for Measuring the 'Vocabulary Burden' of Textbooks." Educational Administration and Supervision, 9 (October 1923): 389-98.

(65) Loehrlein, Marceda. "Teacher Judgment as a Measure of Reading Difficulty in the Language of Mathematics." Unpublished doctoral dissertation, Purdue University, 1973. (Abstracted in DAI, 35A (July 1974) 105.)

(66) Lorge, Irving. "Predicting Readability." Teachers College Record, 45, 6 (March 1944): 404-19.

(67) Lorge, Irving. "Readability Formulae - An Evaluation." Elementary English, 26 (1949): 86-95.

(68) McCall, W.A., and Crabbs, Lelah May. Standard Test Lessons in Reading. New York, Teachers College, 1925.

(69) McLaughlin, G.Harry. "Proposals for British Readability Measures." In Brown, A.L., and Downing, J. (eds.) Third International Reading Symposium. London: Cassell, 1968.

(70) McLaughlin, G.Harry. "SMOG Grading: A New Readability Formula." Journal of Reading, 12 (May 1969): 639-46.

(71) McLaughlin, G.Harry. "Clearing the SMOG." Journal of Reading, 13, 3 (December 1969):210-1.

(72) Nahshon, Samuel. "Readability Measures of Hebrew Prose." Unpublished doctoral dissertation, Teachers College, 1957.

(73) New Zealand Council for Educational Research (NZCER). Alphabetical Spelling List. Wellington, 1961.

(74) Ojemann, Ralph H. "The Reading Ability of Parents and Factors Associated With Reading Difficulty of Parent Education Materials." University of Iowa Studies in Child Welfare, 8 (1934): 11-32.

(75) Otterburn, Margaret K., and Nicholson, A.R. "The Language of (CSE) Mathematics." Mathematics in School, 5, 5(November 1976): 18-20.

(76) Rankin, Earl F. "The Cloze Procedure - Its Validity and Utility." In Eighth Yearbook of the National Reading Conference, 1959.

(77) Rankin, Earl F. "The Cloze Procedure: A Survey of Research." In 12th Yearbook of the National Reading Conference, 1965.

(78) Rankin, Earl F., and Culhane, Joseph W. "Comparable Cloze and Multiple Choice Comprehension Test Scores." Journal of Reading, 13, 3 (December 1969): 193-8.

(79) Shaw, Judith. Reading Problems in Mathematics Texts. ERIC Report ED016587, 1967.

(80) Smith, Frank. "The Readability of Junior High School Mathematics Textbooks." Mathematics Teacher, 62, 4 (April 1969): 289-91.

(81) Smith, Frank. "The Readability of Sixth Grade Word Problems." School Science and Mathematics, 71 (June 1971):559-62.

(82) Smith, Kenneth J. "The Application of Readability Formulae to Mathematics Text Materials: A Note." Arithmetic Teacher, 12, 6 (October 1965): 354-5.

(83) Smith, Kenneth J., and Heddens, James W. "The Readability of Experimental Mathematics Materials." Arithmetic Teacher, 11, 6 (Oct 1964): 391-4.

(84) Spache, George. "A New Readability Formula for Primary-Grade Reading Materials." Elementary School Journal, 53, 7 (March 1953): 410-3.

(85) Streby, George. "Reading in Mathematics." Arithmetic Teacher, 4, 3 (March 1957): 79-81.

(86) Taylor, Wilson J. "'Cloze' Procedure': A New Tool for Measuring Readability." Journalism Quarterly, 30 (1953): 425-33.

(87) Taylor, Wilson J. "Recent Developments in the Use of 'Cloze Procedure'". Journalism Quarterly, 33 (1956): 42-6, 99.

(88) Taylor, Wilson J. "'Cloze' Readability Scores as Indices of Individual Differences in Comprehension and Aptitude." Journal of Applied Psychology, 41, 1 (1957): 19-26.

(89) Thompson, Elton N. "Readability and Accessory Remarks: Factors in Problem Solving in Arithmetic." Unpublished doctoral dissertation, Stanford University, 1967. (Abstracted DA, 28A (1968): 2464A-2465A.)

(90) Thompson, Roger. "Readability of ninth-Grade Mathematics Textbooks." Unpublished Master's Paper, University of Minnesota, 1955.

(92) Thorndike, Edward L. The Teachers Word Book. New York: Teachers College, 1921.

(93) Thorndike, Edward L. A Teachers Word Book of Twenty-Thousand Words Found Most Frequently and Widely in General Reading for Children. New York: Bureau of Publications, Columbia University, 1932.

(94) Verderbeer, Nadine L. "Application of Certain Readability Techniques to Calculus Textbooks." Unpublished doctoral dissertation, Ohio State University. (Mimeographed Abstract.)

(91) Thorndike, Edward L. "The Measurement of Educational Products." School Review, 20, 5.

(95) Vogel, Mabel, and Washburne, Carleton. "An Objective Method of Determining Grade Placement of Children's Reading Material." Elementary School Journal, 28 (January 1928): 373-81.

(96) Wiegand, Regis B. "Pittsburgh Looks at the Readability of Mathematics Textbooks." Journal of Reading, 11 (December 1967): 201-4.

(97) Young, William E. "Language Aspects of Mathematics." School Science and Mathematics, 57, 500 (March 1957): 171-4.

## 7.1 קבוצות, ודרכים לתאר אותן

**קבוצה** היא אוסף של עצמים. עצמים אלה יכולים להיות ממשיים, כגון ילדים, רהיטים, צמחים, וכדו', או מושגים יותר מופשטים, כגון מספרים, צבעים, וכדו'. העצמים השייכים לקבוצה נקראים: **איברי הקבוצה**. נביא כמה דוגמאות של קבוצות:

א. קבוצת תלמידי כיתה ז' בבית־הספר שלנו השנה.

ב. קבוצת הצבעים: אדום, ירוק וכחול.

ג. קבוצת המספרים הטבעיים מ 1 עד 683.

ד. קבוצת כל המספרים האי־זוגיים.

ה. קבוצת המספרים 4, 15− ו 0.91.

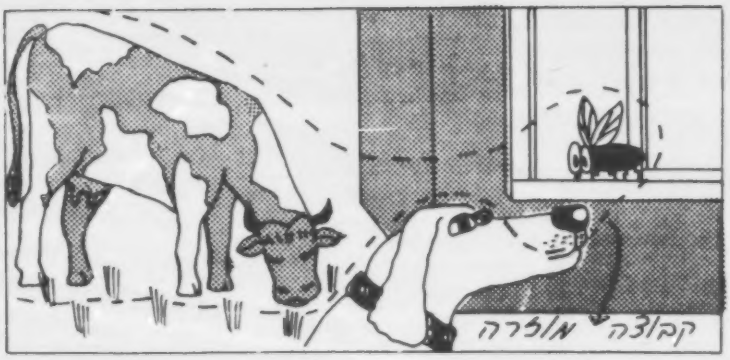
ו. קבוצה שאיבריה הם: הפרה הרועה כרגע ליד ביתי, הכתם הלבן על אפו של כלבי והזבוב שנח כרגע על אדן חלון השכן.

ז. קבוצה שאיבריה הם: המושגים "אהבה", "שנאה", "תענוג" והשטיח של אבא.

ח. קבוצה שאיבריה הם: שלושת האבות וארבע האמהות.

ט. קבוצת כל המספרים הגדולים מ 5 והקטנים מ 7.

י. קבוצת כל הנקודות על קו ישר נתון.




מדוגמאות אלה אנו רואים כי אין הכרח, שלאיברי קבוצה תהיה תכונה מיוחדת משותפת.[1] **כל אוסף של עצמים הוא קבוצה.**

בין הדוגמאות מופיעות **קבוצות סופיות**, כלומר קבוצות, שאת איבריהן אפשר לספור אחד אחד עד שמגיעים לאחרון. (מבין הקבוצות א--י, אילו הן סופיות?) מופיעות גם **קבוצות אינסופיות**, החסרות תכונה זו. (אילו הן?)

הסימון המקובל לקבוצה הוא סוגריים משולבים: { }. בתוך הסוגריים המשולבים רושמים את איברי הקבוצה, או רושמים כלל הקובע את איברי הקבוצה. כך, למשל,

$$\{0.9,\ -15,\ 4\}$$

היא קבוצה שאיבריה הם 0.9, 15− ו4.

$$\{1,\ 2,\ 3,\ \cdots\}$$

היא קבוצת המספרים הטבעיים. (שלוש הנקודות נקראות "וכולי".)

$$\{5,\ 6,\ 7,\ \cdots,\ 300\}$$

היא קבוצת המספרים הטבעיים מ 5 ועד 300 (ועד בכלל).

{המספרים הראשוניים הקטנים מ 10}

היא הקבוצה {2, 3, 5, 7}, (1 אינו נחשב מספר ראשוני).

[1] פרט לתכונה "להיות שייכים לאותה קבוצה".

**שם** רוצים, אפשר לכנות קבוצה באות. מקובל להשתמש באות רומית גדולה. למשל, אם נרשום

$$S = \{0.9,\ -15,\ 4\}$$

אזי, בדברנו בהמשך על "הקבוצה S", נתכוון לקבוצה זו ולא לשום קבוצה אחרת.

**הערה:** רושמים S ולא {S}, כי האות S משמעה **כל הקבוצה**, דהיינו האיברים יחד עם העובדה שהם קובצו לקבוצה אחת.

חשוב להדגיש שאיברי קבוצה תמיד שונים זה מזה גם אם, במקרה, הם נרשמים יותר מפעם אחת. למשל, הקבוצה {3, 7, 3, 5} היא קבוצה בת 3 מספרים – "3", "7", "5", גם אם רשמנו מספר אחד פעמיים. כלומר,

$$\{3,\ 7,\ 3,\ 5\} = \{5,\ 3,\ 7,\ 3\}$$

נאמר ששתי קבוצות **שוות זו לזו**, כאשר שתי הקבוצות מכילות בדיוק אותם האיברים.

**דוגמה:** הקבוצות "{המספרים הראשונים הקטנים מ10}" ו"{7, 5, 3, 2}" הן שתי קבוצות שוות (מדוע?)

שוויון בין קבוצות מסומן כרגיל בסימן =. לכן:

$$\{\text{המספרים הראשוניים הקטנים מ10}\} = \{7,\ 5,\ 3,\ 2\}$$

**שים לב:** {3, 5, 2, 7} = {7, 5, 3, 2}. כי שתי הקבוצות מכילות בדיוק אותם האיברים. אם כן, אין כל חשיבות לסדר רישום האיברים בקבוצה.

כאשר איבר שייך לקבוצה, נוהגים לסמן זאת על־ידי הסימן ∈, למשל:

$$9 \in \{8,\ 9,\ 10,\ 13\}$$

{המספרים האי־זוגיים} ∋ 17 (קרי: "17 שייך לקבוצת המספרים האי־זוגיים") לעומת זאת:

{המספרים האי־זוגיים} ∉ 10 (∉ – קרי: "אינו שייך").

## 6.9 פסוקים

המתמטיקה, כמו כל מדע אחר, מתעניינת בעובדות, וחלק ניכר מתפקידיה הוא לקבוע אם טענות שטוענים הן נכונות או בלתי נכונות. למשל, $7 = 5 + 3$ הוא **טענה** – טענה בלתי נכונה.

המשפטים של השפה הרגילה, המבטאים טענות נקראים **פסוקים**. **פסוק הוא, אפוא, כשפט שכלפיו יש משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון?"** להלן דוגמאות של פסוקים:

א. צבע השמים כחול.
ב. שמו הפרטי של מר ראובני הוא יצחק.
ג. $3 + 7 \neq 11$ (≠ פירושו: "שונה מ").
ד. 7 הוא מספר ראשוני.
ה. $10 + 30 < 45$.
ו. 14 מתחלק ב 3.
ז. יש חיים על המאדים.

לא כל משפט של השפה הרגילה הוא פסוק. למשל, "מה שלומך?" אינו פסוק, כי איננו מבטא טענה. אי־אפשר לשאול אם "מה שלומך?" הוא נכון אם לאו. משפטים אחרים, שאינם פסוקים הם: "לך הביתה!", "שישו ושמחו!", "מתי יבוא החורף?".

שים לב: יש להבחין בין **המשמעות** לבין הידיעה. למשל, יש משמעות לשאלה אם אמנם נכון הוא, כי שמו הפרטי של מר ראובני הוא יצחק (פסוק ב לעיל), אולם, מי שאיננו מכיר אישית את מר ראובני, לא ידע אם שמו יצחק אם לאו.
"יש חיים על פני המאדים" הוא פסוק (פסוק ז לעיל). הוא מתאר טענה שהיא

נכונה או בלתי נכונה. ואולם, בעת שנכתבות שורות אלה, אין אנו יודעים, אם נכונה היא הטענה או אינה נכונה.

בשלב זה של לימודינו אנו עוסקים בשפה ולא בבדיקת נכונותן של טענות. לכן, קודם כל מעוניינים אנו לברר לעצמנו מהו פסוק ומה אינו פסוק.

פסוק, המתאר טענה נכונה, נקרא **פסוק אמיתי**. פסוק, המתאר טענה בלתי נכונה, נקרא **פסוק שקרי**. כל פסוק הוא, אפוא, או אמיתי או שקרי, ואולם לא תמיד יודעים אנו להחליט בין שתי האפשרויות.

**שאלה:** אילו מהפסוקים לעיל הם בודאי אמיתיים? אילו – בודאי שקריים, ובאילו – לא תוכל להחליט?

## 6.10 תבניות פסוק

במה דומים הפסוקים הבאים?

| | | | |
|---|---|---|---|
| $3+15\frac{3}{4}>7$ | $3+15>7$ | $3+1>7$ | |
| $3+(-8)>7$ | $3+4>7$ | $3+0>7$ | ... |

(שורת הנקודות בסוף באה לומר, שהכוונה היא לאוסף כל הפסוקים, הדומים לפסוקים שנרשמו.) התוכל **לאפיין** אותם הפסוקים מבין הפסוקים הנ"ל, שהנם אמיתיים?

לפנינו מערכת פסוקים שמספרם בלתי מוגבל. בכל זאת, יכולים אנו לומר משהו על נכונותם או על אי־נכונותם. עם זאת, מתעורר קושי ברישום הדברים, כי אי־אפשר לרשום את כל הפסוקים. הנקודות שבסוף רק מרמזות על כוונתנו, אך אין הן תחליף לתיאור מדויק. כדי להתגבר על קושי זה קבעו המתמטיקאים את **תבנית הפסוק**:

$$3+x>7$$

זוהי תבנית, אשר ממנה אפשר ליצור את כל הפסוקים שלעיל, על־ידי הצבת מספרים במקום המשתנה $x$.

תבנית פסוק איננה פסוק! אין משמעות לשאלה אם נכון הוא כי $3+x>7$ (או, אם נכון הוא כי $\square+3>7$). אי־אפשר לחבר מספרים עם "חורים". תבנית פסוק היא **מכשיר ליצירת פסוקים**. יוצרים אותם על־ידי הצבת מספרים במקום המשתנים.

# קבוצות

"כלי רכב", "יבשות התבל", "נשק", "הכפולות של 3", "מקצועות הלימוד בכיתות ח' של הט"ב הביניים", "מטוסי חברת אל-על", "המספרים הדו-ספרתיים".

כל אלה הם שמות של "אוספים".

במתמטיקה קוראים בשם קבוצה לכל אוסף:

קבוצת "הכפולות של 3".

קבוצת "מטוסי אל-על".

קבוצת "כלי הרכב" וכד'

"אוטובוס" שייך לקבוצת "כלי הרכב".

אומרים כך: "אוטובוס" הוא איבר של קבוצת "כלי הרכב".

"6" הוא איבר השייך לקבוצת "הכפולות של 3".

מצא איבר השייך לקבוצת "המספרים הדו-ספרתיים".

ישנן קבוצות אשר נוכל לכתוב את כל האיברים השייכים אליהן.

דוגמא:

"אסיה, אמריקה, אירופה, אפריקה, אנטארקטיקה, אוסטרליה" – הם כל האיברים השייכים לקבוצת "יבשות התבל".

נב. וק דוגמאות נוספות:

**קבוצה א':** "המספרים השלמים המתחלקים ב-5 ללא שארית".

**קבוצה ב':** "הגורמים הראשוניים של 60".

התוכל לכתוב את כל איברי קבוצה א'? – לא!

אי אפשר לכתוב את כל האיברים בקבוצה א'.

אומרים כי קבוצה א' היא "אינסופית".

בעוד שהקבוצה שבשות התבל היא "סופית".

האם קבוצה ב' סופית?

לסימון קבוצה משתמשים בסוגריים מצורה זו: { }. בתוך הסוגריים כתובים איברי הקבוצה או מלים המתארות את איברי הקבוצה.

דוגמא:

קבוצה ב' תיכתב כך:

{הגורמים הראשוניים של 60}

או על ידי פירוט כל אבריה:

{2 ,3 ,5}.

נסה לכתוב בשני אופנים את קבוצה א'. האם כל קבוצה אפשר לכתוב על-ידי פירוט כל איבריה? הסבר!

סימונים:

(א) נתבונן בקבוצה:

{המספרים השלמים החיוביים}

נוהגים לכתוב קבוצה זו גם כך:

{1, 2, 3, 4, ... }

שלוש הנקודות הכתובות בסוף הסוגריים פירושן: וכן הלאה...

(ב) את שייכותו של איבר מסויים לקבוצה מציינים בעזרת הסימן ∈

דוגמא:

3 ∈ {הגורמים הראשוניים של 60}

ופירושו: 3 שייך לקבוצת הגורמים הראשוניים של 60.

כאשר רוצים לציין כי איבר [או שמה] לקבוצה, משתמשים בסימן ∉

דוגמא:

11 ∉ {הגורמים הראשוניים של 60}

## שויון בין קבוצות

כתוב את איברי הקבוצה:

{המספרים האי־זוגיים בין 2 ל-8}

כתוב את איברי הקבוצה:

{הגורמים הראשוניים של 105}

**מה מצאת?**

**שתי הקבוצות מכילות את אותם האיברים ורק את אותם האיברים.**

הגדרה:

**שתי קבוצות שוות זו לזו כאשר הן מכילות אותם האיברים ורק אותם האיברים.**

כלומר:

{המספרים האי־זוגיים בין 2 ל-8} = {הגורמים הראשוניים של 105}

**שים לב!**

(א) $\{1,\ 0,\ -3,\ 7\} = \{7,\ 0,\ 1,\ -3\}$

שתי הקבוצות מכילות את אותם האיברים ורק את אותם האיברים. לכן הן שוות.

(ב) $\{2,\ 20,\ 200\} = \{20,\ 2,\ 200,\ 20\}$

שתי הקבוצות מכילות את שלושת האיברים: 2 , 20 ו־200 ורק אותם.

לכן הן שוות.

(בקבוצה אחת כתוב אמנם המספר 20 פעמיים, אך הוא איבר אחד).

סימון:

קבוצות מסמנים גם באותיות גדולות של הא־ב האנגלי.

דוגמאות:

(א) $A = \{(1,\ 4),\ (0,\ -1),\ (2,\ 3)\}$

A היא הקבוצה שאיבריה הם זוגות המספרים: $(1,\ 4)$ , $(0,\ -1)$ , ר־$(2,\ 3)$.

(ב) $M = \{$תל־אביב , 70 , ירושלים$\}$

M היא הקבוצה שאיבריה הם הערים ירושלים ותל־אביב, והמספר 70.

# פסוקים ותבניות פסוק

## פסוקים

בדקדוק, אנו רגילים לקרוא בשם "משפט" או "פסוק" לצירופים מסויימים של מלים.

בפרק זה נתעניין רק במשפטים שלגביהם יש משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון"?

נתבונן במשפטים הבאים:

(1) "כדור הארץ סובב סביב השמש".

(2) "לך להכין את שעוריך!"

(3) "בשבוע 8 ימים"

(4) "האם קר בחוץ?"

נסה לשאול לגבי כל אחד מן המשפטים את השאלה: "נכון או לא נכון"?

(1) "כדור הארץ סובב סביב השמש". לגבי משפט זה יש משמעות לשאלה, נכון או לא נכון. (התשובה במקרה זה היא – נכון!).

(2) "לך להכין את שעוריך!" כאן אין משמעות לשאלה, נכון או לא נכון. משפט זה אינו מביע כל טענה.

(3) "בשבוע 8 ימים". כאן יש משמעות לשאלה, נכון או לא נכון (התשובה כמובן – לא נכון!).

(4) "האם קר בחוץ?" משפט זה מביע שאלה ולכן אין משמעות לשאלה, נכון או לא נכון.

למתמטיקה ענין מיוחד באותם המשפטים אשר לגביהם יש משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון". למשפטים אלה קוראים בשם **פסוקים**.

נתבונן במספר פסוקים שתוכנם מתמטי.

(1) "7 הוא מספר ראשוני" – זה פסוק, כי אפשר לשאול האם המשפט: "7 הוא מספר ראשוני", נכון או לא נכון? – הטענה שמביע פסוק זה היא נכונה.

(2) "המספר 72 מתחלק במספר 15 ללא שארית" – גם זה פסוק, אך הטענה שהוא מביע אינה נכונה.

## תבנית פסוק

נכתוב ביטוי המכיל את סימן אי־השוויון "גדול מ־" ( $>$ ):

$$\square^{2} > \square$$

(זכור כי משבצת ריקה מסמנת מקום ריק, כלומר מקום המיועד להצבת מספרים).

האם ביטוי זה הוא פסוק? האם יש טעם לשאול במקרה זה את השאלה: "נכון או לא נכון"?

אין משמעות לשאלה זו כל עוד לא הצבנו מספרים במקומות הריקים.

נציב מספרים במקומות הריקים. מה נקבל?

דוגמאות:

I אם נציב את המספר 3 (בכל אחת מן המשבצות) נקבל את הפסוק:

$$\boxed{3}^{2} > \boxed{3}$$

**זה פסוק אמת.**

II אם נציב את המספר $\frac{1}{2}$ (בכל אחת מן המשבצות) נקבל את הפסוק:

$$\left[\frac{1}{2}\right]^{2} > \left[\frac{1}{2}\right]$$

**זה פסוק שקר**, כי $\frac{1}{2} > (\frac{1}{2})^{2}$

III אם נציב את המספר 1 נקבל את הפסוק:

$$\boxed{1}^{2} > \boxed{1}$$

גם זה פסוק שקר כי $1^{2} = 1$.

נוכל לומר כי הביטוי: $\square^{2} > \square$ הנו תבנית.

**אם מציבים מספר במקום הריק מקבלים פסוק.**
הפסוק המתקבל יהיה **פסוק אמת או פסוק שקר.**
תבנית כזו מכנים בשם **תבנית פסוק.**

מכל תבנית פסוק אפשר ליצור פסוקים רבים על־ידי הצבת מספרים שונים במקומות הריקים.

**פסוק המביע טענה נכונה נקרא: פסוק אמת.**

הפסוק "7 הוא מספר ראשוני" הוא איפוא פסוק אמת.

**פסוק המביע טענה שאינה נכונה נקרא: פסוק שקר.**

הפסוק: "המספר 72 מתחלק במספר 15 ללא שארית", הוא איפוא פסוק שקר.

שים לב כי כל פסוק הוא **פסוק אמת** או **פסוק שקר** אך לא שניהם כאחד.

**הערה:**

קיימים פסוקים אשר לגביהם קשה להחליט אם הם פסוקי אמת או פסוקי שקר.

**דוגמא:**

"על ראשי 2 מליון שערות".

את אמיתותו של פסוק זה לא נבדוק, אך כיון שיש משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון", – זה פסוק!

נספח ה: דברי הסבר לשופטים ושאלות השיפוט

דברי הסבר

אנחנו מנסים לערוך השוואה בין ספרי מתימטיקה לכיתות ז ולבדוק באיזו מידה הם נוחים לקריאה וקלים להבנה לתלמידי אותה כיתה. לשם כך אנו מבקשים להיעזר בשיקול דעתך. נבקשך לקרוא את הקטעים שנגיש לך, ולחוות את דעתך, לגבי כל קטע לחוד, על השאלות שנציג לפניך. התשובות מבוקשות לפי סולם של חמש דרגות, כגון: קל מאד, די קל, בינוני, די קשה, קשה מאד. עליך לתאר לעצמך תלמיד מצוי בכיתה ז תקינה ולתת את תשובותיך בהתחשב בתלמיד כזה.

לפעמים הכרעתך לא תהיה קלה, אך חשוב שתחווה דעתך על כל שאלה, תוך כובד ראש ושיקול מעמיק. הצלחת המחקר תלויה בכך.

תודה על עזרתך.

שאלות השיפוט

א. הערכה כללית

לפי התרשמותך והערכתך הכלליות, מבלי לשים לב לפרטים או לתכונות מסויימות, באיזו מידה ימצא תלמיד מצוי בכיתה ז תקינה את הקטע נוח לקריאה וקל להבנה?

1. קל מאד; 2. די קל; 3. בינוני; 4. די קשה; 5. קשה מאד.

ב. שאלות על היבטים ספיציפיים

1. באיזו מידה נראה לך קטע זה קשה או קל לקריאה ולהבנה לתלמיד כיתה ז מבחינת השימוש במילים קשות?

1. קל מאד; 2. די קל; 3. בינוני; 4. די קשה; 5. קשה מאד.

2. באיזו מידה נראה לך קטע זה קשה או קל לקריאה ולהבנה לתלמיד כיתה ז מבחינת מורכבות המשפטים?

1. קל מאד; 2. די קל; 3. בינוני; 4. די קשה; 5. קשה מאד.

3. באיזו מידה מוסברים המושגים החדשים המופיעים בקטע זה באופן שייראה בהיר לתלמיד כיתה ז?

1. בהיר מאד; 2. די בהיר; 3. בינוני; 4. די מעורפל; 5. מעורפל מאד.

4. באיזו מידה תורמות הדוגמאות המובאות בקטע זה להבהרת המושגים החדשים המופיעים בו, לגבי תלמיד כיתה ז?

1. הרבה מאד; 2. די הרבה; 3. בינוני; 4. די מעט; 5. מעט מאד.

5. באיזו מידה נראים לך הסגנון וצורת ההבעה של קטע זה מושכים ומעניינים לתלמיד כיתה ז?

1. מעניין מאד; 2. די מעניין; 3. בינוני; 4. די משעמם; 5. משעמם מאד.

**נספח ג:** הוראות לנבחנים במבחן קלוז

לתלמיד המשתתף במחקר, שלום וברכה,

אנו מבקשים את עזרתך למחקרנו, שבו אנחנו מבקשים לבדוק כיצד ילדי כיתה ז קוראים ומבינים ספרי מתימטיקה. בקטע מספר מתימטיקה שתקבל חסרים מילים, מספרים וסמלים מתימטיים. במקום מלה חסרה ישנה משבצת כזאת - [ ], ובמקום מספר חסר או סמל חסר ישנה משבצת יותר קטנה, כזאת - [ ].

תפקידך לנחש מה חסר, ולכתוב את החסר במשבצת. לפעמים יהיה קשה לנחש, ואז כדאי לך להמשיך ולקרוא. בדרך כלל תוכל לגלות את החסר לפי מה שכתוב בהמשך, אולי בשורה הבאה או בסעיף הבא. גם אם הניחוש קשה, נסה לנחש כמיטב הבנתך, ורשום את ניחושיך במשבצות. הנה דוגמה.

**דוגמה** **כפל מהיר**

הנה דרך פשוטה לחישוב המכפלה של שני [ ] שלמים בין 10 ל-19. למשל, נכפול 13 × [ ].

א. תחילה נכפול את ספרות היחידה של [ ]: 3 × 4 = 12.

ב. נוסיף לאחד המספרים את [ ] היחידות של השני:

17 = 3 + 14 (או: [ ] = 4 + 13).

ג. נכפול [ ] 10 = 170 17.

ד. נוסיף 12 ל-170 ונקבל 182, וזו התשובה.

ואמנם [ ] = 13 × 14.

נסה להסביר מדוע [ ] שיטה זו.

נשווה את הניחושים.

ובכן, עכשיו תקבל את הקטע, ועליך לנסות ולנחש נכון ולמלא משבצות רבות ככל האפשר.

תודה על עזרתך למחקרנו.

## קבוצות, ודרכים לתאר אותן

קבוצה היא אוסף [illegible] עצמים. עצמים אלה יכולים להיות ממשיים, כגון ילדים, רהיטים, [illegible], וכדו', או מושגים יותר מופשטים, כגון מספרים, צבעים, וכדו'. [illegible] השייכים לקבוצה נקראים: איברי הקבוצה. נביא כמה דוגמאות של [illegible]:

א. קבוצת תלמידי כיתה ז' בבית הספר שלנו השנה.

ב. קבוצת הצבעים: [illegible], ירוק וכחול.

ג. קבוצת המספרים הטבעיים מ1 עד 683.

ד. קבוצת [illegible] המספרים האי-זוגיים.

ה. קבוצת המספרים 4, 0.91,15.

ו. קבוצה שאיבריה [illegible]: המושגים "אהבה", "שנאה", "תענוג" והשטיח של אבא.

ז. קבוצה [illegible] הם: שלושת האבות וארבע האמהות.

ט. קבוצת כל המספרים הגדולים מ5 [illegible] מ7.

י. קבוצת כל הנקודות על קו ישר נתון.

[illegible] אלה אנו רואים כי אין הכרח, שלאיברי קבוצה תהיה [illegible] מיוחדת. כל אוסף של עצמים הוא קבוצה.

בין [illegible] מופיעות קבוצות סופיות, שאת איבריהן אפשר לספור [illegible] אחד עד שמגיעים לאחרון. (מבין הקבוצות א-י, [illegible] הן סופיות?) מופיעות גם קבוצות אינסופיות, החסרות תכונה זו. ([illegible] הן?)

הסימון המקובל לקבוצה הוא סוגריים משולבים: { }. בתוך [illegible] המשולבים רושמים את איברי הקבוצה, או רושמים כלל הקובע [illegible] איברי הקבוצה. כך, למשל, {4, 15, 0.9} [illegible] קבוצה שאיבריה הם 0.9, 15, ו4. {. . .[illegible], 1, 2} היא קבוצת המספרים הטבעיים. (שלוש הנקודות נקראות [illegible] ".)

{5, 6, 7, . . . ,300} היא קבוצת [illegible] הטבעיים מ5 ועד 300 (ועד בכלל). {המספרים הראשוניים [illegible] מ10} היא הקבוצה {2, 3, 5, 7[illegible]} (1 אינו נחשב מספר ראשוני.)

אם רוצים, אפשר לכנות [illegible] באות. מקובל להשתמש באות רומית גדולה. למשל, אם נרשום

S [illegible] {4, 15, 0.9}

אזי, בדברנו בהמשך על "[illegible] S", נתכוון לקבוצה זו ולא לשום קבוצה אחרת.

<u>הערה</u>: [illegible] S ולא {S}, כי האות S משמעה [illegible] הקבוצה, דהיינו האיברים יחד עם העובדה שהם קובצו לקבוצה [illegible].

חשוב להדגיש שאיברי קבוצה תמיד שונים זה מזה גם [illegible], במקרה, הם נרשמים יותר מפעם אחת. למשל, הקבוצה {3, 5, 3[illegible]} היא קבוצה בת 3 מספרים - "3", "7", "[illegible]", גם אם רשמנו מספר אחד פעמיים.

כלומר, {3, 5, 3[illegible]} = {3, 7, 5}

[illegible] ששתי קבוצות שוות זו לזו, כאשר שתי הקבוצות מכילות [illegible] אותם איברים.

<u>דוגמה</u>: הקבוצות "{המספרים הראשוניים הקטנים מ10}" ו"{2, 3, 5, 7[illegible]}" הן שתי קבוצות שוות (מדוע?)

שוויון בין קבוצות מסומן [illegible] בסימן =. לכן:

{המספרים הראשוניים הקטנים מ10} [illegible] {2, 3, 5, 7}

<u>שים לב</u>: {7, 2, 5, [illegible]} = {[illegible], 3, 5, 7}, כי שתי הקבוצות מכילות בדיוק אותם איברים. אם [illegible] אין כל חשיבות לסדר רישום האיברים בקבוצה.

כאשר איבר [illegible] לקבוצה, נוהגים לסמן זאת על-ידי הסימן $\in$, למשל; {8, 9, 10, 13} [illegible] 9.

{[illegible] האי-זוגיים} $\in$ 17 (קרי: "17 שייך לקבוצת המספרים האי-זוגיים"). לעומת זאת: {המספרים האי-זוגיים} [illegible] 10 ($\notin$ - קרי: "אינו שייך").

## פ ס ו ק י ם

המתימטיקה, כמו כל מדע [redacted], מתעניינת בעובדות, וחלק ניכר מתפקידיה הוא לקבוע אם טענות [redacted] הן נכונות או בלתי נכונות. למשל, 7 [redacted] 5 + 3 הוא טענה - טענה בלתי נכונה.

המשפטים של השפה [redacted], המבטאים טענות נקראים פסוקים. פסוק הוא, אפוא, משפט שכלפיו [redacted] משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון?" להלן דוגמאות של [redacted]:

א. צבע השמים כחול.

ב. שמו הפרטי של מר ראובני הוא [redacted].

ג. 11 ≠ 3 + 7

ד. [redacted] הוא מספר ראשוני.

ה. 10 + 30 [redacted] 45.

ו. 14 [redacted] 32.

ז. יש חיים על המאדים.

( ≠ פירושו:"שונה מ")

לא כל משפט של [redacted] הרגילה הוא פסוק. למשל, "מה שלומך?" אינו פסוק, כי [redacted] מבטא טענה. אי-אפשר לשאול אם "מה שלומך?" הוא נכון [redacted] לאו. משפטים אחרים שאינם פסוקים הם: "לך הביתה!", "שישו [redacted] ו","מתי יבוא התורף?" שים לב: יש להבחין בין המשמעות [redacted] הידיעה. למשל, יש משמעות לשאלה אם אמנם נכון הוא [redacted] שמו הפרטי של מר ראובני הוא יצחק (פסוק ב [redacted] ). אולם מי שאיננו מכיר אישית את מר ראובני, לא [redacted] אם שמו יצחק אם לאו."יש חיים על פני [redacted]" הוא פסוק (פסוק ז לעיל) . הוא מתאר טענה שהיא [redacted] או בלתי נכונה. ואולם, בעת שנכתבות שורות אלה, אין [redacted] יודעים, אם נכונה היא הטענה או אינה נכונה. בשלב [redacted] של לימודינו אנו עוסקים בשפה ולא בבדיקת נכונותן של [redacted]. לכן, קודם כל מעוניינים אנו לברר לעצמנו מהו פסוק [redacted] אינו פסוק.

פסוק, המתאר טענה נכונה, נקרא פסוק אמיתי. המתאר טענה בלתי נכונה נקרא פסוק שקרי. כל פסוק אפוא, או אמיתי או שקרי, ואולם לא תמיד יודעים להחליט בין שתי האפשרויות.

שאלה: אילו מהפסוקים לעיל הם בודאי ? אילו - בודאי שקריים, ובאילו - לא תוכל להחליט?

## ת ב נ י ו ת  פ ס ו ק

במה דומים הבאים?

$3 + 15\frac{3}{4} > 7$ $\quad 3 + 15 \square 7$ $\quad 3 + 1 > 7$

. . . $\quad 3 \square 8 > 7$ $\quad 3 + 4 < 7$ $\quad 3 \square 0 > 7$

(שורת הנקודות בסוף באה לומר, שהכוונה היא כל הפסוקים הדומים לפסוקים שנרשמו.) התוכל לאפיין אותם הפסוקים הפסוקים הנ"ל, שהנם אמיתיים?

לפנינו מערכת פסוקים שמספרם בלתי . בכל זאת, יכולים אנו לומר משהו על נכונותם או אי-נכונותם. עם זאת, מתעורר קושי ברישום הדברים, כי אי-אפשר את כל הפסוקים. הנקודות שבסוף רק מרמזות על כוונתנו, אין הן תחליף לתיאור מדוייק. כדי להתגבר על קושי קבעו המתמטיקאים את תבנית הפסוק: $3 + \times > \square$

זוהי תבנית, אשר ממנה אפשר ליצור את כל הפסוקים ,על-ידי הצבת מספרים במקום המשתנה ×.

תבנית פסוק איננה ! אין משמעות לשאלה אם נכון הוא כי $7 < \square + 3$ (או אם נכון הוא כי $7 < \square$ 3). אי-אפשר לחבר מספרים עם "חורים". תבנית פסוק מכשיר ליצירת פסוקים. יוצרים אותם על-ידי הצבת מספרים משתנים.

ק ב ו צ ו ת

"כלי רכב", "יבשות תבל", "נשק", הכפולות [redacted] 3", "מקצועות הלימוד בכיתות ח של חטיבת הביניים", "מטוסי [redacted] אל-על", "המספרים הדו-ספרתיים".

כל אלה הם שמות של "אוספים".

[redacted] קוראים בשם קבוצה לכל אוסף:

קבוצת "הכפולות של 3".

[redacted] "מטוסי אל-על".

קבוצת "כלי הרכב" וכדי

"אוטובוס" שייך לקבוצת "[redacted] הרכב".

אומרים כך: "אוטובוס" הוא איבר של קבוצת "כלי [redacted]"

"6" הוא איבר השייך לקבוצת "הכפולות של 3".

מצא [redacted] השייך לקבוצת "המספרים הדו-ספרתיים".

ישנן קבוצות אשר נוכל לכתוב [redacted] כל האיברים השייכים להן.

דוגמא:

"אסיה, אמריקה, אירופה, אנטארקטיקה, אפריקה, [redacted]" - הם כל האיברים השייכים לקבוצה "יבשות תבל".

נבדוק דוגמאות [redacted]:

קבוצה א': "המספרים השלמים המתחלקים ב-5 ללא שארית".

קבוצה [redacted]: "הגורמים הראשוניים של 60".

התוכל לכתוב את כל איברי [redacted] א'? - לא!

אי אפשר לכתוב את כל האיברים בקבוצה א'.

[redacted] כי קבוצה א' היא "אינסופית"

בעוד שהקבוצה "יבשות תבל" [redacted] "סופית".

האם קבוצה ב' סופית?

לסימון קבוצה משתמשים בסוגריים [redacted] זו: { } . בתוך הסוגריים כתובים איברי הקבוצה או [redacted] המתארת את איברי

הקבוצה.

דוגמא:

קבוצה ב' תיכתב כך: { [ ] הראשוניים של 60}.

או על ידי פירוט כל [ ]: {2, 3, 5 }.

נסה לכתוב בשני אופנים [ ] קבוצה א'. האם כל קבוצה אפשר

לכתוב על-ידי פירוט [ ] איבריה? הסבר!

סימונים:

(א) נתבונן בקבוצה: {המספרים השלמים החיוביים}

[ ] לכתוב קבוצה זו גם כך: {1, [ ] , 3, 4,...}

שלוש הנקודות הכתובות בתוך הסוגריים פירושן: וכן [ ] ...

(ב) את שייכותו של איבר מסויים לקבוצה מציינים בעזרת הסימן [ ].

דוגמא:

3 ∈ {הגורמים הראשוניים של 60}

ופירושו: [ ] שייך לקבוצת הגורמים הראשוניים של 60.

כאשר רוצים לציין [ ] איבר אינו שייך לקבוצה, משתמשים

בסימן ∉ .

דוגמא:

11 ∉ {הגורמים הראשוניים של 60}

## ש ו י ו ן  ב י ן  ק ב ו צ ו ת

כתוב את איברי הקבוצה:

{ [ ] המספרים האי-זוגיים בין 2 ל-8 }

כתוב את איברי [ ]:

{הגורמים הראשוניים של 105}

מה מצאת?

שתי [redacted] מכילות את אותם האיברים ורק את אותם האיברים.

הגדרה:

שתי [redacted] שוות זו לזו כאשר הן מכילות אותם האיברים

ורק [redacted] האיברים.

כלומר:

{המספרים האי-זוגיים בין 2 ל-8} = [redacted] {הגורמים הראשוניים של 105}

שים לב!

(א) {3, [redacted] 7, 0, 1} = {7, 0, [redacted] 3, 1}

שתי הקבוצות מכילות את אותם האיברים ורק את אותם [redacted],

לכן הן שוות.

(ב) {2, 20, 200} [redacted] {20, 2, 200, 20}

שתי הקבוצות מכילות את [redacted] האיברים: 2, 20 ו-200 ורק אותם,

לכן הן שוות.

([redacted] אחת כתוב אמנם המספר 20 פעמיים, אך הוא

איבר [redacted].)

סימון:

קבוצות מסמנים גם באותיות גדולות של א"ב האנגלי.

דוגמאות:

(א) $A = \{(1, 4), (0, 1), (2, [redacted])\}$

A [redacted] הקבוצה שאיבריה הם זוגות המספרים:

(1, 4), (0, 1) ו-(3, [redacted]).

(ב) M = {תל-אביב, 70, ירושלים}

M היא [redacted] שאיבריה הם הערים ירושלים ותל-אביב,

והמספר 70.

**נספח י:** מבחן קלוז לקטע פס

## פ ס ו ק י ם  ו ת ב נ י ו ת  פ ס ו ק

### פסוקים

בדקדוק, אנו [redacted] לקרוא בשם "משפט" או "פסוק" לצירופים מסויימים של מלים. [redacted] זה נתעניין רק במשפטים שלגביהם יש משמעות לשאלה: "נכון [redacted] לא נכון"?

נתבוננן במשפטים הבאים:

(1) "כדור הארץ סובב סביב [redacted]."

(2) "לך להכין את שיעוריך!"

(3) "בשבוע 8 ימים."

(4) "האם קר [redacted] ?"

ננסה לשאול לגבי כל אחד מן המשפטים את השאלה: " [redacted] או לא נכון?"

(1) "כדור הארץ סובב סביב השמש." לגבי [redacted] זה יש משמעות לשאלה, נכון או לא נכון. (התשובה [redacted] זה היא - נכון!)

(2) "לך להכין את שיעוריך!" כאן אין [redacted] לשאלה, נכון או לא נכון. משפט זה אינו מביע [redacted] טענה.

(3) "בשבוע 8 ימים." כאן יש משמעות לשאלה, נכון [redacted] לא נכון (התשובה כמובן - לא נכון!).

(4) "האם קר בחוץ?" [redacted] זה מביע שאלה ולכן אין משמעות לשאלה, נכון או לא נכון.

למתימטיקה ענין מיוחד באותם משפטים אשר לגביהם יש [redacted] לשאלה: "נכון או לא נכון". למשפטים אלה קוראים בשם [redacted].

נתבונן במספר פסוקים שתוכנם מתימטי.

(1) "7 הוא מספר ראשוני" – [ ] פסוק, כי אפשר לשאול האם המשפט: "7 הוא מספר [ ]", נכון או לא נכון? - הטענה שמביע פסוק זה היא [ ].

(2) "המספר 72 מתחלק במספר 15 ללא שארית" - גם זה [ ], אך הטענה שהוא מביע אינה נכונה.

## תבנית פסוק

נכתוב ביטוי המכיל [ ] סימן אי-השוויון "גדול מ" (>):

$$\bigcirc^2 > \bigcirc$$

([ ] כי משבצת ריקה מסמנת מקום ריק, כלומר מקום המיועד [ ] מספרים.)

האם ביטוי זה הוא פסוק? האם יש טעם [ ] במקרה זה את השאלה: "נכון או לא נכון"? אין [ ] לשאלה זו כל עוד לא הצבנו מספרים במקומות הריקים.

[ ] מספרים במקומות הריקים. מה נקבל?

דוגמאות:

I אם נציב את המספר [ ] (בכל אחת מן המשבצות) נקבל את הפסוק: $3 < \square^3$. זה פסוק אמת.

II אם נציב את המספר $\frac{1}{2}$ ([ ] אחת מן המשבצות) נקבל את הפסוק: $\frac{1}{2} < \square^2$. זה פסוק שקר, כי $\frac{1}{2} > (\frac{1}{2})^2$

III אם [ ] את המספר 1 נקבל את הפסוק: $1 < \square^2$

גם זה פסוק שקר, כי $1 = 1^2$.

[ ] לומר כי הביטוי: $\bigcirc^2 > \bigcirc$ הנו תבנית.

[ ] מציבים מספר במקום הריק מקבלים פסוק.

הפסוק המתקבל יהיה [ ] אמת או פסוק שקר.

תבנית כזו מכנים בשם תבנית [ ].

מכל תבנית פסוק אפשר ליצור פסוקים רבים על-ידי הצבת [redacted] שונים במקומות הריקים.

<u>פסוק המביע טענה נכונה נקרא:</u> פסוק [redacted]

הפסוק "7 הוא מספר ראשוני" הוא איפוא פסוק אמת.

[redacted] <u>המביע טענה שאינה נכונה נקרא:</u> <u>פסוק שקר</u>.

הפסוק "המספר [redacted] מתחלק במספר 15 ללא שארית" הוא איפוא פסוק שקר.

[redacted] לב כי כל פסוק הוא <u>פסוק אמת</u> או <u>פסוק שקר</u> אך לא שניהם כאחד.

<u>הערה:</u>

קיימים פסוקים אשר לגביהם קשה [redacted] אם הם פסוקי אמת או פסוקי שקר.

<u>דוגמא:</u> "על ראשי [redacted] מליון שערות."

את אמיתותו של פסוק זה לא נבדוק, [redacted] כיון שיש משמעות לשאלה: "נכון או לא נכון", - זה [redacted] !

## ה נ ח י ר ת  ל ת ל מ י ד י ם

שלום לך,

כבר עזרת לנו בחלק הראשון של מחקרנו, כשניחשת והשלמת מילים חסרות בקטע מתוך ספר מתימטיקה, ואפשר כבר לספר לך שהתוצאות היו מועילות מאד. עכשיו אנו חוזרים ומבקשים את עזרתך גם לחלק השני. הפעם תקבל <u>אותו</u> הקטע בלי השמטות, - קטע שלם ובלתי גמור. תפקידך לקרוא את הקטע כולו ולהשתדל להבין אותו כמיטב יכולתך.

אחרי שתקרא את הקטע, נציג לפניך מספר שאלות על מה שקראת. אנא קרא כל שאלה בתשומת-לב, כדי שתוכל לענות תשובות נכונות.

אחרי כל שאלה מופיעות חמש תשובות, ורק אחת מהן נכונה. בחר את התשובה הנכונה, וסמן ☒ במשבצת שעל-יד התשובה הנכונה. הנה דוגמה:

הנשיא הראשון של מדינת ישראל היה -

☐ (א) יצחק בן-צבי
☐ (ב) דוד בן-גוריון
☐ (ג) חיים וייצמן
☐ (ד) אפרים קציר
☐ (ה) בנימין זאב הרצל

מהי התשובה הנכונה? סמן ☒ במשבצת שעל-ידה.

מוכנים? מיד תקבל את השאלות. עשה כמיטב יכולתך, וענה על כל השאלות תשובות נכונות ככל האפשר.

תודה.

## שאלות על "קבוצות"

1. כאן מתוארות הקבוצות A, B, C, D. שתים מבין קבוצות אלה הן אינסופיות. אילו הן הקבוצות האינסופיות?

A היא קבוצת כל המספרים האי-זוגיים.

B היא קבוצת כל המספרים הזוגיים הקטנים מ-100.

C היא קבוצת כל בני האדם בעלי שיער שחור.

D היא קבוצת כל המשולשים.

הקבוצות האינסופיות הן -

☐ (א) A ו- B

☐ (ב) B ו-D

☐ (ג) B ו-C

☐ (ד) A ו-D

☐ (ה) C ו-D

2. לפניך חמישה משפטים. אחד מהם איננו נכון. איזהו הלא-נכון?

☐ (א) 7 הוא איבר של קבוצת המספרים הראשוניים.

☐ (ב) מיקי ברקוביץ הוא איבר של קבוצת נבחרת ישראל בכדורסל.

☐ (ג) 5 הוא איבר של הקבוצה $\{2, 4, 6, 8, 10\}$.

☐ (ד) שאול המלך הוא איבר של קבוצת האישים המוזכרים בתנ"ך.

☐ (ה) מנהלת בית הספר היא איבר של קבוצת תושבי ישראל.

3. לפניך חמש טענות. רק אחת מהן נכונה. סמן את הטענה הנכונה.

☐ (א) נרקיס $\in$ {עצים}

☐ (ב) 100 $\in$ {המספרים הגדולים מ-100}

☐ (ג) 10 $\in$ {1, 10, 100, 1000}

☐ (ד) הנהלת חשבונות $\in$ {ענפי ספורט}

☐ (ה) $\frac{2}{5} \in$ {המספרים השלמים}

4. לפניך חמש טענות. רק אחת מהן נכונה. סמן את הטענה הנכונה.

☐ (א) $2 \notin \{\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \ldots\}$

☐ (ב) 15 $\notin$ {המספרים המתחלקים ב-3 ללא שארית}

☐ (ג) {חיות טרף} $\notin$ נמר

☐ (ד) 20 $\notin$ {5, 10, 15, 20, 25}

☐ (ה) {ערי ישראל} $\notin$ חיפה

5. אחת מן הקבוצות הבאות שווה לקבוצה {1, 2, 3}, איזוהי?

☐ (א) {0,1,2,3}
☐ (ב) {123}
☐ (ג) {1,2,2}
☐ (ד) {2,3,1}
☐ (ה) {המחלקים של 3}

6. מבין חמש הקבוצות שלפניך, ישנן ארבע השוות לקבוצה {2,3, 5},
ואחת איננה שווה לקבוצה זו. איזוהי הקבוצה שאינה שווה ל-{2,3,5}?

☐ (א) {המספרים הראשוניים הקטנים מ-6}
☐ (ב) {2,3,2,5}
☐ (ג) {2,3,4,5}
☐ (ד) {הספרות של המספר 523}
☐ (ה) {המספרים הראשוניים ש-30 מתחלק בהם}

7. הקבוצה {0,25,88,25} איננה שווה לקבוצה {25,88}, כי -

☐ (א) בקבוצה הראשונה רשומים מספרים **גדולים יותר.**
☐ (ב) המספר 25 רשום פעמיים בקבוצה הראשונה.
☐ (ג) בקבוצה הראשונה המספרים אינם רשומים לפי סדר גודלם.
☐ (ד) 0 איננו מספר.
☐ (ה) המספר 0 שייך לקבוצה הראשונה, אך לא לשנייה.

8. קבוצה נחשבת לאינסופית אם -

☐ (א) אי-אפשר לספור את כל איבריה.
☐ (ב) לא ידוע איזה איבר נמצא בסופה.
☐ (ג) יש בה יותר ממליון איברים.
☐ (ד) אין אנו מכירים את כל איבריה.
☐ (ה) מספר איבריה גדול ממספר האנשים החיים כיום בעולם.

9. אַמָּה (אַמָּ) איבר באחת מן הקבוצות הבאות. באיזו קבוצה?

☐ (א) קבוצת הכדורגל "קוסמוס".
☐ (ב) קבוצת חתני פרס נובל.
☐ (ג) קבוצת האנשים שמשקלם יותר מ-200 ק"ג.
☐ (ד) קבוצת תושבי צרפת.
☐ (ה) קבוצת הלומדים מתימטיקה.

10. שתי קבוצות שוות זו לזו אם -

☐ (א) יש לשתיהן בדיוק אותם איברים.
☐ (ב) יש לשתיהן בדיוק אותו מספר של איברים.
☐ (ג) כל איבר של האחת נמצא גם באחרת.
☐ (ד) שתי הקבוצות מתוארות באותו האופן.
☐ (ה) סכום המספרים באחת שווה לסכום המספרים באחרת.

## שאלות על פסוקים ותבניות-פסוק

1. רק אחד מן המשפטים הבאים הוא פסוק. איזהו הפסוק?

☐ (א) קום לך אל נינוה העיר הגדולה.
☐ (ב) אידי אמין הוא מחסידי אומות העולם.
☐ (ג) האם אידי אמין הוא מחסידי אומות העולם?
☐ (ד) מה אתה סח!
☐ (ה) השומר אחי אנוכי?

2. המשפט "מי אמר שישראל לא תשתתף באולימפיאדת מוסקבה ב-1980?" איננו פסוק כי-

☐ (א) זה משפט מורכב.
☐ (ב) אף אחד לא אמר כך.
☐ (ג) אינני יודע אם ישראל תשתתף או לא.
☐ (ד) זו איננה טענה אלא שאלה.
☐ (ה) הרוסים לא יתנו לישראלים אשרות כניסה.

3. כל המשפטים הבאים הם פסוקים חוץ מאחד. איזהו שאיננו פסוק?

☐ (א) שלמה המלך שָׁקַל 73 ק"ג כשחנך את בית המקדש.
☐ (ב) שְׁאַל את המזכירה אם כבר הגיעו החוברות.
☐ (ג) בובי פישר הוא אלוף העולם בשַׁחמָט.
☐ (ד) אריאל זילבר חִיבֵּר את השיר "רוצי, שמוליק...".
☐ (ה) בן-גוריון היה ראש הממשלה הראשון של ישראל.

4. לפניך 4 פסוקים. שניים מהם פסוקי אמת. אילו הם פסוקי האמת?

(1) 5 הוא מספר ראשוני. (2) בחודש עברי 48 ימים.
(3) 35 מתחלק ב-8 (ללא שארית). (4) צבע החלב לבן.

פסוקי האמת הם -

☐ (א) פסוק (1) ופסוק (3).
☐ (ב) פסוק (2) ופסוק (3).
☐ (ג) פסוק (3) ופסוק (4).
☐ (ד) פסוק (1) ופסוק (4).
☐ (ה) פסוק (2) ופסוק (4).

5. תבנית פסוק היא -

☐ (א) אמצעי לבדוק אם פסוק הוא אמיתי או שיקרי.
☐ (ב) תבנית ההופכת פסוק שקר לפסוק אמת.
☐ (ג) מכשיר ליצירת פסוקים.
☐ (ד) פסוק שבו מוזכרת המלה "תבנית".
☐ (ה) משפט הדומה לפסוק, אך בעצם איננו פסוק.

6. "המספר ☐ הוא מספר ראשוני." זהו -

☐ (א) פסוק אמיתי.
☐ (ב) פסוק שיקרי.
☐ (ג) פסוק.
☐ (ד) תבנית-פסוק.
☐ (ה) מספר.

7. משפט עברי נקרא פסוק, -

☐ (א) אם הוא צירוף של מילים עבריות וסימני פיסוק.
☐ (ב) רק אם אנחנו בטוחים שהוא נכון ללא ספק.
☐ (ג) אם הוא קצר וקולע, ויש בו סימני פיסוק.
☐ (ד) אם לגביו יש משמעות לשאלה "נכון או לא נכון".
☐ (ה) אם הוא כתוב לפי כל כללי הדקדוק העברי.

8. "ישנם 437 גברים בדימונה שיש להם יותר מ-35000 שערות."
אינני יודע אם זו אמת או שקר. משפט זה -

☐ (א) איננו פסוק.
☐ (ב) הוא תבנית פסוק.
☐ (ג) הוא פסוק.
☐ (ד) הוא פסוק שקר.
☐ (ה) אין לו משמעות.

9. $3 \times \square + 1 = 22$

אחרי שתציב במשבצת את המספר 7, תקבל -

☐ (א) פסוק אמת.
☐ (ב) פסוק שקר.
☐ (ג) פסוק שאי-אפשר לדעת אם הוא אמיתי או שיקרי.
☐ (ד) תבנית פסוק.
☐ (ה) מספר.

10. אחד מבין הבאים איננו פסוק. איזהו?

☐ (א) הַלַכְתִּי.
☐ (ב) אֱלֹהִי.
☐ (ג) הָלַכְתִּי.
☐ (ד) נִלַּחְתִּי.
☐ (ה) לִי.